846
Nachlaß von Prof. N. Malta

ÖSTERREICHISCHE BOTANISCHE ZEITSCHRIFT

NACH DEM TODE VON R. WETTSTEIN HERAUSGEGEBEN VON

PROFESSOR DR. FRITZ KNOLL
DIREKTOR DES BOTANISCHEN GARTENS UND INSTITUTES
DER UNIVERSITÄT WIEN

UND

PROFESSOR DR. ERWIN JANCHEN
VIZEDIREKTOR DES BOTANISCHEN GARTENS UND INSTITUTES
DER UNIVERSITÄT WIEN

BAND LXXXVI, DRITTES HEFT
MIT 20 TEXTABBILDUNGEN
(ABGESCHLOSSEN AM 1. JUNI 1937)

WIEN
VERLAG VON JULIUS SPRINGER
1937

Österr.
bot. Z.

Preis: RM 14.80

Die „Österreichische Botanische Zeitschrift" erscheint in einem Gesamtumfang von jährlich etwa 20 Bogen, in 4 einzeln berechneten Heften.

Zuschriften, welche den Bezug der Zeitschrift oder sonstige Verlagsangelegenheiten betreffen, sind an den Verlag Julius Springer, Wien I, Schottengasse 4, zu richten; Manuskriptsendungen und erledigte Korrekturen an die Schriftleitung der Österreichischen Botanischen Zeitschrift, Wien III, Rennweg 14.

Die Verfasser erhalten 50 Sonderabdrucke ihrer Arbeit kostenfrei. Über die Freiexemplare hinaus bestellte Exemplare werden berechnet. Die Herren Mitarbeiter werden jedoch in ihrem eigenen Interesse ersucht, die Kosten vorher vom Verlag zu erfragen.

Verlag Julius Springer.

---

86. Band

Inhaltsverzeichnis

3. Heft

Seite

Helene Nitsche, Der Einfluß der Wurzelabkühlung auf Wasseraufnahme und Transpiration der Pflanzen. (Mit 13 Textabbildungen) 161

Rudolf Köhler-Wieder, Ein Beitrag zur Kenntnis der Kernteilung der Peridinieen. (Mit 6 Textabbildungen) 198

Heinrich Ludwig Werneck-Willingrain, Getreidefunde von Wels in Oberösterreich aus der Zeit zwischen 200 und 400 n. Chr. Geb. (Mit 1 Textabbildung) 222

Besprechungen 227

Appel O., Handbuch der Pflanzenkrankheiten, 6. Band. — Dezimalklassifikation, Deutsche Gesamtausgabe. — Engler A. †, fortgesetzt von Harms H., Die natürlichen Pflanzenfamilien, 2. Aufl., Band 17b. — Gradmann Robert, Das Pflanzenleben der Schwäbischen Alb, 3. Aufl. — Iversen Johs., Biologische Pflanzentypen als Hilfsmittel in der Vegetationsforschung. — Keissler K., *Pyrenulaceae, Trypetheliaceae, Strigulaceae, Pyrenidiaceae, Xanthopyreniaceae, Mycoporaceae* und *Coniocarpineae.* — Klapp E., Taschenbuch der Gräser. — Markgraf Fr., Blütenbau und Verwandtschaft bei den einfachsten *Helobiae.* — Niessen J., Rheinische Volksbotanik, 2. Band. — Pop E., Flora pliocenică dela Borsec. — Rediger K., *Arthoniaceae.* — Schweizer Gg., Einführung in die Kaltsterilisationsmethode. — Tisia. — Urbach E., und Berger Fr., Das Heufieber und seine Behandlung. — Wangerin W. und Schröter C., Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas, Liefg. 53/54. — Zechmeister L. und Cholnoky L. v., Die chromatographische Adsorptionsmethode.

Akademien, Botanische Gesellschaften, Vereine, Kongresse usw. 239

Akademie der Wissenschaften in Wien. — VIII. Internationaler Limnologen-Kongreß. — Prix A. P. de Candolle. — Botanikertagung in Darmstadt.

Personalnachrichten 240

946.
350
Nachlaß von Prof. N. Malta

Der Einfluß der Wurzelabkühlung auf Wasseraufnahme und Transpiration der Pflanzen

Von

Helene Nitsche (Wien)

(Mit 13 Textabbildungen)

Inhaltsverzeichnis

Seite

Einleitung ..... 161—164
I. Methodik ..... 164—168
II. Wasseraufnahme und Transpiration bei Abkühlung der Wurzeln ..... 168—175
III. Reversibilität der Absorption und Transpiration bei Wiedererwärmung der Wurzeln ..... 175—182
IV. Transpirationsversuche mit eingetopften Pflanzen ..... 182—187
Stomatakontrolle ..... 187—189
V. Schlußbetrachtung ..... 189—192
Zusammenfassung der Hauptergebnisse 193
Schriftenverzeichnis ..... 193—197

Einleitung

Beobachtungen über den Einfluß der Kälte auf die Wurzeln der höheren Pflanzen (z. B. *Nicotiana*) wurden uns zum erstenmal von Sachs (1860) übermittelt. Er fand bei eingetopften Pflanzen, daß sie welkten, wenn sie in Eiswasser eingestellt wurden. Wieder in Wärme gebracht, erholten sie sich rasch. Das Welken schrieb Sachs dem Umstand zu, daß die Wurzeln nicht mehr imstande waren, aus dem kalten Boden genügend Wasser aufzunehmen. Exakt konnte Vesque (1878), der zum erstenmal Potometer verwendete, an einigen Pflanzen feststellen, daß die Wasserabsorption in der Kälte geringer ist als bei Temperaturen über 15° C. Dasselbe bestätigten Kohl (1886) und Eberdt (1889). Ihnen folgte Kosaroff (1897) mit der Feststellung, daß bei 0° die Wasseraufnahme von *Phaseolus* und *Pisum* um etwa ein Viertel gehemmt sei gegenüber 20°.

Später griff Gavriloff (1924, 1926) das Problem der Abkühlung wieder auf und beschrieb eine Zunahme der Absorption im warmen Wasser, nachdem die Pflanzen sich für längere Zeit in Eiswasser befunden

hatten. Er führte diese Erscheinung auf eine Änderung der Wasserpermeabilität der lebenden Wurzelzellen zurück, indem er eine allmähliche Veränderung der Struktur („des Zustandes der Kolloide") durch den Temperaturwechsel annahm. Damit kam er auf jene Arbeiten zurück, die das Problem der Permeabilitätsänderung bereits von der zellphysiologischen Seite untersucht hatten. So fand KRABBE (1896), daß die Wasseraufnahme von *Helianthus*-Markzylindern bei 20° fünfmal so groß als bei 1° ist und daß daher die Wasserdurchlässigkeit des Plasmas von der Temperatur abhängig sein muß. Bei RYSSELBERGHE (1901) und EWART (1905) finden wir ähnliche Angaben über die Abhängigkeit der Filtrationsgeschwindigkeit, ebenso in späterer Zeit bei DELF (1916), STILES und JØRGENSEN (1917), STILES (1924), DE HAAN (1933). HUBER und HÖFLER (1930) stellten fest, daß der Permeationswiderstand der lebenden Protoplasten für Wasser weitaus größer als der der toten Zellmembranen ist. In allen vorhin erwähnten Untersuchungen ist es also die Wasserpermeabilität des Plasmas, die mit sinkender Temperatur abnimmt.

Alle diese Ergebnisse führten bald zu einer Verallgemeinerung der Annahme der Temperaturabhängigkeit der Wasseraufnahme und erst in neueren Arbeiten wurde die Frage aufgeworfen, ob eine derartige Generalisierung berechtigt ist.

Daß wir keineswegs erwarten dürfen, daß die Erniedrigung der Wasseraufnahme für alle Pflanzen gleich groß ist, das zeigten die Versuche von FIRBAS (1931) an Hochmoorpflanzen. Bei diesen ergab sich durchwegs bloß eine geringe Hemmung der Wasseraufnahme bei Abkühlung der Wurzeln auf 0°. Im Anschluß daran untersuchte DÖRING (1935) auf breiter Basis die Beeinflussung der Absorption durch tiefe Temperaturen. Neu an dieser Arbeit ist die Erfassung des Absorptionsverlaufes unmittelbar nach Abkühlung, welche mittels kleiner Potometer rasch durchgeführt werden konnte (vgl. S. 168 unten). Die verminderten Absorptionswerte in Beziehung gebracht zu den ursprünglichen, gibt DÖRING als Maß der „Kälteempfindlichkeit" an. Auf diese Art wurden bei dem geprüften Pflanzenmaterial verschiedenste Empfindlichkeiten festgestellt. Manche Pflanzen wiesen bei 0° gleiche oder sogar höhere Aufnahmswerte auf als bei 20°, die meisten anderen hingegen wurden gehemmt, manche sehr stark, bis zu 79% des Ausgangswertes. Der Versuch einer ökologischen Auswertung der gewonnenen Daten ergab folgendes: Zwischen Empfindlichkeit und vertikaler und horizontaler Verbreitung der Pflanzen wurde kein Zusammenhang gefunden; wohl aber zeigte sich eine gewisse Beziehung zwischen der Fähigkeit, früh auszutreiben, und der Unempfindlichkeit. Das Bodenklima scheint im allgemeinen nicht bestimmend für die Pflanzenverbreitung zu sein. Es wurde auch ein Zusammenhang zwischen Empfindlichkeit und systematischer Stellung (Familienzugehörigkeit) aufgestellt. Letzteres scheint mir aber, in An-

betracht des überaus großen Schwankungsbereiches (24 und 53%) innerhalb der zusammengefaßten Gruppen, nicht ganz gerechtfertigt. Von Interesse sind die Versuche, in denen mesomorphe Pflanzen bei dauernder Kaltbehandlung des Wurzelsystems aufgezogen wurden. Sie zeigten sehr schön und typisch xeromorphe Veränderungen des anatomischen Aufbaues.

Fast zu gleicher Zeit veröffentlichte auch Rouschal (1935) Untersuchungen, die verschiedene Wasseraufnahme bei abgestuften Temperaturen zum Gegenstand hatten. Auch er findet, wie Döring, den langsamen Abfall der Wasseraufnahme bei Kälteeinwirkung an verschiedenen Objekten. Als Ursache der Absorptionsänderung wird auch hier die Änderung des Filtrationswiderstandes der Wurzeln bei verschiedenen Temperaturen angenommen. Die Pflanzen wurden, nachdem sie in der Kälte konstante Absorption erlangt hatten, wieder in warmes Wasser überführt, wobei ihre Wasseraufnahme wieder anstieg (ähnlich wie bei Gavriloff). Doch lagen im allgemeinen zu Ende des Versuches die Absorptionswerte etwas tiefer als vor der Abkühlung, wie auch schon von Firbas und Grill festgestellt worden war. Die Hemmung war also nicht vollständig reversibel. Diese in der Wärme geringere Absorption ist in jedem Fall als Nachwirkung der Kaltbehandlung aufzufassen.

Für die Beurteilung dieser Erscheinung ist es nun von größtem Interesse, wie weit denn die Transpiration, die doch eng verknüpft ist mit der Absorption (vgl. Huber 1925, S. 106) an den Vorgängen beteiligt ist. In orientierenden Versuchen stellte Rouschal fest, daß die Transpiration durch die Wurzelabkühlung beeinflußt wird, doch viel später als die Absorption, und daß sie daher für das beobachtete erste Absinken der Wasseraufnahme nach Abkühlung nicht maßgebend sein kann. Wenn aber nach der Wiedererwärmung die Absorptionswerte die frühere Höhe nicht wieder erlangen, so dürfte dies wohl im Zusammenhang mit der Transpiration stehen, denn diese bleibt niedrig.

Es schien nun als ein wichtiges Erfordernis für die weitere Analyse, neben der Wasseraufnahme der Wurzeln nach Abkühlung und Wiedererwärmung auch die Transpiration zu untersuchen, ja die Transpirationsbeobachtungen geradezu in den Vordergrund zu rücken. Erst wenn die Transpiration und die Änderung des Transpirationsstromes genau erfaßt ist, kann man sichere Schlüsse ziehen auf den Zusammenhang von Absorption der Wurzeln und Wasserpermeabilität, wie ihn die meisten Autoren annehmen.

Meine Untersuchungen unterscheiden sich demnach darin von denen meiner Vorgänger, daß der Versuch unternommen wird, Absorption und Transpiration nach Abkühlung und Wiedererwärmung im zeitlichen Verlauf und in ihrer Beziehung zueinander durch möglichst gleich exakte Messungen zu erfassen.

* * *

Veranlaßt wurden die Untersuchungen der ganzen Frage von Herrn Prof. Dr. F. C. VON FABER, der die nötige Apparatur anschaffte und sie mir auch noch nach seiner Übersiedlung nach München längere Zeit zur Verfügung stellte. Für die Anregung zu dieser Arbeit und für seine Anteilnahme daran möchte ich Herrn Prof. Dr. F. C. VON FABER meinen herzlichen Dank aussprechen. Herrn Prof. Dr. K. HÖFLER bin ich für sein stetes Interesse und für die vielen Anweisungen bei meiner Arbeit zu allergrößtem Dank verpflichtet. Herrn Dr. E. ROUSCHAL danke ich für seine ständige Hilfsbereitschaft herzlich.

I. Methodik

Das Pflanzenmaterial: Es wurden meist Stecklinge, zum Teil auch aus Samen gezogene Pflanzen verwendet. Die Stecklinge wurden im Glashaus im Sand kultiviert, bis sie reichlich bewurzelt waren, dann in Gartenerde umgepflanzt und auf 20—30 cm Höhe gezogen. Vor dem Experiment wurden die Pflanzen samt Töpfen einige Tage in temperiertes Wasser gestellt, dann vorsichtig alle Erde abgespült, und in Gefäßen mit reinem Leitungswasser am Abend vor dem Versuchstag in den Arbeitsraum gebracht. Wichtig für die Versuche war, daß sich die Wurzeln aller Pflanzen in absolut gutem Zustand befanden und auch längeres Stehen im Wasser vertrugen.

Der Versuchsraum: Experimentiert wurde im Dunkelzimmer des Pflanzenphysiologischen Institutes der Universität Wien, wo am besten die Konstanz sämtlicher Faktoren gegeben ist. Eine 1500-Watt-Lampe, die zirka 50 cm über den Versuchspflanzen angebracht ist, dient als Lichtquelle. Durch Eintauchen der Lampe in ein stets von Leitungswasser durchflossenes Becken werden die Wärmestrahlen absorbiert und eine Erwärmung der Luft über den Pflanzen hintangehalten. Ein Kontaktthermometer regelt über ein Relais die Lufttemperatur, die im Laufe eines Tages selten mehr als $^1/_2$—1° C schwankt. Wärmeschichtung im Raum wird durch einen Ventilator verhindert, der die kühle Bodenluft gegen die Decke bläst. An einem Polymeter kann regelmäßig die Luftfeuchtigkeit abgelesen werden. In den verschiedenen Jahreszeiten differieren die Werte sehr stark, aber im Laufe eines Versuches ergeben sich bloß geringfügige Schwankungen. Zur Messung der Verdunstung dient ein PICHE-Evaporimeter. Zur Konstanterhaltung der Temperatur des die Wurzeln umgebenden Wassers wird eine Glaswanne mit Wasser von zirka 20° C benützt. Konstant tiefe Temperaturen ermöglichte eine Kältemaschine (Abb. 1); sie war Eigentum des Herrn Prof. v. FABER und aus den Mitteln der Deutschen Notgemeinschaft angeschafft worden. Automatisch konnte jede gewünschte Temperatur mittels Kontaktthermometers konstant gehalten werden. Eine Beschreibung der gesamten Apparatur findet sich bei ROUSCHAL (1935). Temperaturen um, bzw. knapp über 0° sind leichter herzustellen. Hier genügt es, die Versuchsgefäße in Glasbecken mit schmelzendem Eis zu stellen (ähnlich FIRBAS, DÖRING).

Für die Messung der Wasseraufnahme werden die von ROUSCHAL (1935, S. 319) angegebenen Potometer mit Austauschmöglichkeit mit 100 ccm Fassungsraum verwendet. Verschlossen werden die Potometer mit Gummistopfen, in deren Bohrungen sich die Pflanze, ein Kontrollthermometer, das Wasserzufuhrröhrchen und die Kapillare befinden. Einen absolut dichten Verschluß aller Fugen erzielt man mit einem Gemisch von

Paraffin und Bienenwachs, welches im geschmolzenen Zustande aufgetragen wird. In Abständen von 5 oder 10 Minuten wird an der 1 mm starken Kapillare (an der Verschiebung des Meniscus) der Wasserverbrauch der Pflanze in Millimetern abgelesen. Jedes Potometer steht mittels eines abquetschbaren Schlauches mit einer etwas höher stehenden Flasche in Verbindung, was ein Auswechseln verschieden temperierten Wassers inner-

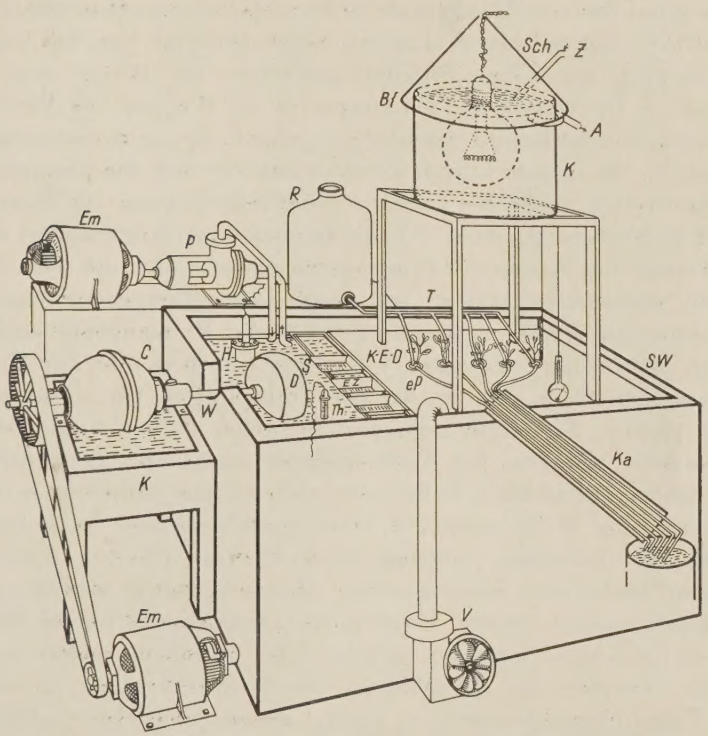

Abb. 1. Kälteapparatur zur Herstellung konstant tiefer Temperaturen. (Aus E. Rouschal, in Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. Wien, Band 144, 1935.) *A* Abfluß des Kühlwassers, *B* Beleuchtungsanlage, *C* Kondensator, *D* Verdampfer, *EZ* Eiszellen, *EM* Elektromotor, *H* Heizkörper, *Ka* Kapillaren, *K* Kühler, *KED* Korketernitdeckel, *eP* Potometer in die Sole eingesenkt, *Pu* Pumpe, *R* Wasserreservoir, *S* Sole, *SW* Solenwanne, *T* Verteiler, *Th* Kontaktthermometer, *V* Ventilator, *W* hohle Welle, *Z* Zufluß des Kühlwassers

halb von 5 Minuten ermöglicht. Bringt man gleichzeitig das Potometer in die Glaswanne mit Wasser von der entsprechenden Versuchstemperatur, so erreicht man innerhalb 10—20 Min. vollkommen konstante Wurzeltemperaturen. Ebenso rasch ist der Vorgang bei Rückführung auf 20° C.

Für die Transpirationsversuche verwende ich die gleichen Eprouvetten, wie sie für die Potometer gebraucht werden. Sie werden ebenfalls mit Gummistopfen verschlossen, in denen sich außer der Pflanze noch

ein Thermometer befindet. Alle Fugen werden wieder mit oben erwähnter Mischung abgedichtet. Photometer und Transpirationsgefäße befinden sich stets im gleichen Versuchsbecken, um gleiche äußere Umstände zu gewährleisten. Die Transpirationsraten werden durch Wägen auf einer Transpirationswaage bestimmt, welche nach Angaben von Prof. v. FABER hergestellt wurde und auch schon von GRILL und ROUSCHAL benützt worden war. Die eine Waagschale ist durchbohrt zum Hineinhängen der Eprouvetten und auf einem längeren Bügel befestigt, was ein bequemes Arbeiten auch mit hohen Pflanzen gestattet. Die Waage zeigt 0,01 g genau an. — Die Gefäße werden knapp vor der Wägung aus dem Becken genommen, sorgfältig und rasch abgetrocknet, gewogen und wieder zurückgestellt. In diesem kurzen Zeitraum ändert sich die Temperatur in den Eprouvetten höchstens um $^1/_2{}^0$ C, eine Schwankung, die keinen Einfluß auf die Transpiration hat. Soll die Wurzeltemperatur geändert werden, so wird zuerst das Wasser der Eprouvetten ausgetauscht und diese dann in konstant temperiertes Wasser von gewünschter Temperatur eingestellt.

Bei meinen Versuchen wurden meist 8 oder 10, manchmal auch mehr Pflanzen gleichzeitig verwendet, wobei gewöhnlich je eine zur Kontrolle der Wasseraufnahme, eine zu der der Transpiration bei normaler Temperatur diente. Es zeigte sich, daß in vielen Fällen Absorption und Transpiration während der Versuchsdauer einen gut gleichbleibenden Wert ergaben, in anderen Fällen sich nach einigen Stunden ein leichtes Absinken beider Werte einstellte, trotz gleichbleibender Außenfaktoren; übrigens ein Verhalten, welches auch FIRBAS, DÖRING, GRILL und ROUSCHAL beobachten konnten. Eine allgemein gültige Erklärung kann dafür nicht gegeben werden. Es ist nicht kennzeichnend für die Pflanzenarten, ob die Kurven konstant verlaufen oder absinken, sondern es zeigen Pflanzen derselben Art, ja mitunter dieselben Individuen an verschiedenen Tagen einmal konstanten, einmal absinkenden Kurvenverlauf.

Nachfolgend Beispiele von Konstanzversuchen:

Strobilanthes Dyerianus MAST., Nr. 6 (Abs.), Nr. 7 (Transp.)[1]. Tab. 1. Versuch am 20. IX. 1935. — Aus Steckling gezogen, über Nacht im Versuchsraum.

Die Wasseraufnahme zeigt bei einem mittleren Wert von 68 mm/10 Min. nach Verlauf von 80 Minuten einen leichten Abfall auf 61,5 mm, das sind ungefähr 10%. Auch die Transpiration sinkt nach Ablauf von $1^1/_2$ Stunden etwas, erlangt aber später wieder den ursprünglichen Wert, ja übertrifft ihn sogar. Vorgeschichte und Behandlung beider Pflanzen sind gleich, die kleinen Unterschiede im Verlauf entsprechen individuellen Schwankungen. Von den anderen Pflanzen seien nur kurz die Mittelwerte gebracht.

[1] Die Versuchspflanzen jeder Spezies wurden mit fortlaufenden Nummern bezeichnet.

Tabelle 1

LT = Lufttemperatur, WT = Wassertemperatur, LF = Luftfeuchkeit, Abs. = Absorption in mm/10 Min., Transp. = Transpiration in mg/10 Min., Z = Zeit

LT	WT	LF	Nr. 6 Abs.	Nr. 7 Transp.	Z
19,8°	18,2°	48%	74	140	11h
19,8°	18,2°	48%	69	140	10′
19,8°	18,2°	48%	68	140	20′
19,9°	19	49%	64,5	140	30′
19,9°	19	49%	68	140	40′
20°	19,2°	50%	67,5	145	50′
20°	19,2°	50%	67,5	140	12h
20°	19,2°	50%	66	125	10′
20°	19,2°	50%	63	120	20′
20°	19,2°	50%	65	130	30′
20°	19,2°	50%	57	130	40′
20°	19,2°	50%	60	125	50′
20°	19,2°	50%	60	125	13h
20°	19,2°	50%	—	130	10′
20°	19,2°	50%	55	130	20′
20°	19,2°	50%	63,5	145	30′
20°	19,2°	50%	61,5	145	40′
20°	19,2°	50%	64	135	50′
20°	19,2°	50%	55	135	14h
20°	19,2°	50%	60	150	10′
20°	19,2°	50%	61	155	20′
20°	19,2°	50%	61,5	145	30′
20°	19,2°	50%	61,5	145	40′
20°	19,2°	50%	59	150	50′
20°	19,2°	50%	62	150	15h
20°	19,2°	50%	63	140	10′

Strobilanthes glomeratus T. Anders., Nr. 28, Absorption.
8. X. 1935. Vorbehandlung wie oben. — LT = 22,1° C, WT = 21,1° C, LF = 50%.

9h 30′—11h ..... 93,7 mm/10 Min.
11h —12h 30′ ..... 93,4 mm/10 Min.
12h 30′—14h ..... 91 mm/10 Min.

Strobilanthes glomeratus, Nr. 32, Transpiration.
3. X. 1935. — LT = 20,5° C, WT = 21,6° C, LF = 49%.

10h 40′—13h ..... 127 mg/10 Min.
13h —15h ..... 133 mg/10 Min.
15h —16h 40′ ..... 122 mg/10 Min.

Bei *Strobilanthes* zeigt uns sowohl Absorption als Transpiration einen recht gleichmäßigen, ganz schwach fallenden Verlauf. Über Nacht im dunklen Versuchsraum belassen und am nächsten Tag untersucht, waren Absorption und Transpiration um 20% gesunken.

Boehmeria sp., Nr. 4, Absorption.
24. IX. 1935. Behandlung wie oben. — LT = 19,7° C, WT = 19,3° C, LF = 54%.

$13^h\ 20'$—15^h	21,5 mm/10 Min.
15^h —$16^h\ 10'$	26 mm/10 Min.
$16^h\ 10'$—$17^h\ 10'$	28,8 mm/10 Min.

Boehmeria sp., Nr. 1, Transpiration.
24. IX. 1935. — LT = 19,7° C, WT = 19,3° C, LF = 54%.

$10^h\ 35'$—$12^h\ 35'$	65 mg/10 Min.
$12^h\ 35'$—$14^h\ 55'$	55,5 mg/10 Min.
$14^h\ 55'$—$16^h\ 55'$	54 mg/10 Min.

In diesem Fall steigt die Absorption ziemlich an, die Transpiration senkt sich aber langsam (17%).

Phaseolus vulgaris, Nr. 22, Absorption.
17. IX. 1935. — LT = 20,5° C, WT = 20,5° C, LF = 49%.

$10^h\ 05'$—$11^h\ 35'$	104 mm/10 Min.
$11^h\ 35'$—$13^h\ 35'$	108 mm/10 Min.
$13^h\ 35'$—$15^h\ 35'$	107 mm/10 Min.

Phaseolus vulgaris, Nr. 23, Transpiration.
17. IX. 1935. — LT = 20,5° C, WT = 20,5° C, LF = 49%.

$9^h\ 35'$—$11^h\ 35'$	128 mg/10 Min.
$11^h\ 35'$—$13^h\ 35'$	155 mg/10 Min.
$13^h\ 35'$—$15^h\ 35'$	148 mg/10 Min.

Hier bleibt die Absorption konstant, die Transpiration steigt etwas an.

Als sehr gleichförmig erwies sich *Eupatorium micranthum (Weinmannianum)*, auch bei achtstündiger Versuchsdauer, ebenso *Ligustrum ovalifolium*.

Im großen und ganzen läßt sich sagen, daß diese Schwankungen bei konstanter Temperatur meist gering bleiben im Vergleich zu der sehr starken Reaktion auf die Abkühlung und Wiedererwärmung, die wir im folgenden kennenlernen werden, und daß sie keine wesentliche Rolle spielen.

II. Wasseraufnahme und Transpiration bei Abkühlung der Wurzeln

Daß in der Kälte die Wasseraufnahme in den meisten Fällen bedeutend niedriger ist als bei Zimmertemperatur, ist schon lange bekannt und wurde bereits besprochen. Neu war indes die Beobachtung, die DÖRING (1935) und ROUSCHAL (1935) unabhängig voneinander, infolge geeigneter Versuchsapparatur machten, daß die Wasserabsorption bei Wurzelabkühlung nicht plötzlich gehemmt wird, sondern allmählich sinkt und sich auf das neue, niedrige Gleichgewicht einstellt („Überführungsreaktion"). Eine ähnliche Reaktion war erstmalig von GAVRILOFF für den umgekehrten Vorgang, also Übertragung aus kaltem in warmes Wasser,

festgestellt worden. — Das Kältegleichgewicht wurde nach Döring z. B. bei *Veronica Tournefortii* oder *Fuchsia* spec. nach etwa 30 Minuten, nach Rouschal bei *Polygonum sachalinense* gar erst nach 90 Minuten erreicht.

Was nun die Transpiration betrifft, so erfahren wir aus vorläufigen Versuchen Rouschals, daß sie auf die Wurzelabkühlung hin auch eine Hemmung erfährt, die allerdings der Absorptionshemmung erst in gewissen Zeitabständen nachfolgt.

Die wichtigste Aufgabe meiner Untersuchungen bestand nun darin, den Absorptions- und Transpirationsverlauf streng vergleichend zu verfolgen.

Als Musterbeispiel für den typischen Reaktionsverlauf möchte ich *Strobilanthes glomeratus* hinstellen.

Strobilanthes glomeratus, Nr. 12 (Abs.), Nr. 15 (Transp.). Tabelle 2. 16. V. 1935. — Aus Steckling gezogen.

Tabelle 2

LT	WT	LF	Z	Abs.	Transp.	Z
18,3°	**19,5°**	57%	10h 40′	—	—	11h 15′
18,3°	19,5°	57%	50′	105	130	25′
18,3°	19,5°	57%	11h	104	140	35′
18,3°	19,5°	58%	10′	101	130	45′
18,3°	19,3°	59%	20′	94	150	55′
18,3°	19,3°	60%	30′	94	130	12h 05′
18,3°	19,3°	60%	40′	93	130	15′
18,5°	19,3°	60%	50′	108	150	25′
18,5°	19,3°	60%	12h	98	140	35′
18,5°	**0,6°**	58%	12h 30′	67	—	12h 45′
18,5°	0,6°	59%	40′	71	140	55′
18,5°	0,5°	59%	50′	63,5	120	13h 05′
18,5°	0,5°	59%	13h	55,5	120	15′
18,5°	0,5°	54%	10′	50	130	25′
18,5°	0,5°	54%	20′	42	120	35′
18,5°	0,5°	54%	30′	48	110	45′
18,5°	0,5°	54%	40′	40	120	55′
18,5°	0,5°	54%	50′	36	80	14h 05′
18,5°	0,5°	54%	14h	33	100	15′
18,6°	0,5°	54%	10′	32	90	25′
18,8°	0,5°	54%	20′	30	60	35′
18,8°	0,5°	54%	30′	30	80	45′
18,5°	0,5°	55%	40′	27	70	55′
18,5°	0,5°	55%	50′	25,5	70	15h 05′
18,5°	0,5°	56%	15h	23,5	70	15′
18,3°	0,5°	56%	10′	25	60	25′
18,3°	0,5°	56%	20′	25	70	35′
18,3°	0,5°	56%	30′	24,5	60	45′

Ein ähnlicher Versuch ist als Kurve (Abb. 2) dargestellt.

Strobilanthes glomeratus, Nr. 39 (Abs.), Nr. 41 (Transp.). Abb. 2. 11. XII. 1935. — WT = **20,5 : 0,8°** C, LT = 21,3—21° C, LF = 40%.

Bei der graphischen Darstellung wurde das Mittel der Messungen bei Normaltemperatur als 100% angenommen und die weiteren Messungen auf diesen Wert bezogen und in Prozenten ausgedrückt (Abszisse = Zeit, Ordinate = % der Wasserabsorption und Transpiration).

In bekannter Weise tritt uns hier der Ablauf der Reaktion entgegen. Nach einer Zwischenzeit von 30 Minuten ist die Absorption bereits auf 67% gesunken; sie fällt aber weiterhin, zuerst auf 31%, um endlich nach 3 Stunden vom Zeitpunkt der Übertragung gerechnet, einen konstanten Wert, nämlich 25% des ursprünglichen anzunehmen (Überführungs-

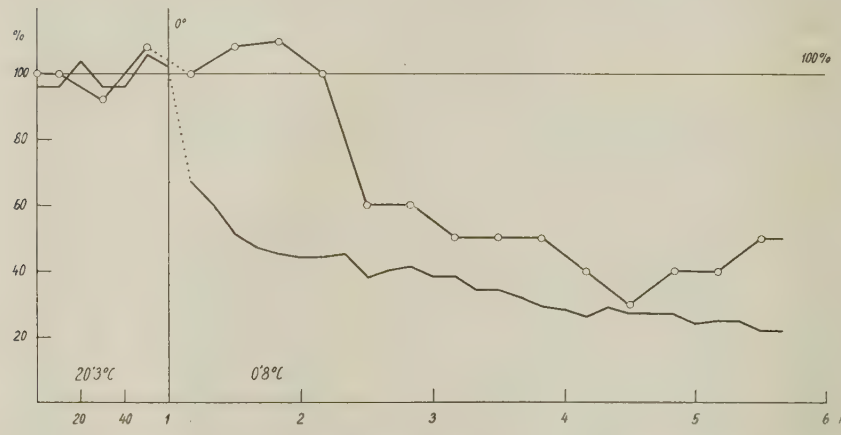

Abb. 2. Absorption (——) und Transpiration (—·—·—) bei Abkühlung auf 0°C. *Strobilanthes glomeratus*. | 0° Übertragung in 0° C, ... Zwischenzeit

reaktion nach DÖRING und ROUSCHAL). Trotzdem die Absorption schon nach 40 Minuten auf die Hälfte abgesunken war, transpirierte die Pflanze um diese Zeit noch unvermindert weiter. Daraus ergibt sich eine starke Unterbilanz. Die Pflanzen zeigen deutliche Welkungserscheinungen, sie lassen Blätter und Sproßspitzen hängen. Nachher erfolgt allerdings ein ziemlich jäher Abfall der Transpirationskurve. Die Transpiration ist nach $1^1/_2$ Stunden auf 60% gesunken und bleibt nach 3 Stunden auf 56% konstant. Da ja die Sprosse selbst nicht abgekühlt wurden, die Verdunstungskraft also unvermindert geblieben ist, stellt dieses Absinken eine indirekte Folge der Wurzelabkühlung dar. Die Unterbilanz dauert übrigens an; die Transpiration ist ja noch immer relativ doppelt so groß geblieben als die Absorption. Die Pflanzen sind am Schluß des Versuches stark gewelkt. — Die angeführten Versuche geben das prinzipiell wieder (Tab. 2, Abb. 2).

Viel stärker hemmend wirkt die Kälte auf

Strobilanthes Dyerianus, Nr. 7 (Abs.), Nr. 10 (Transp.). Abb. 3.

19. II. 1935. Aus Stecklingen gezogen, wie üblich behandelt. — WT = 20 : 0,8° C, LT = 20° C, LF = 54%.

Als nach 20 Minuten Zwischenzeit die Ablesung der Absorption bei 0,8° C aufgenommen werden konnte, war diese schon sehr stark einge-

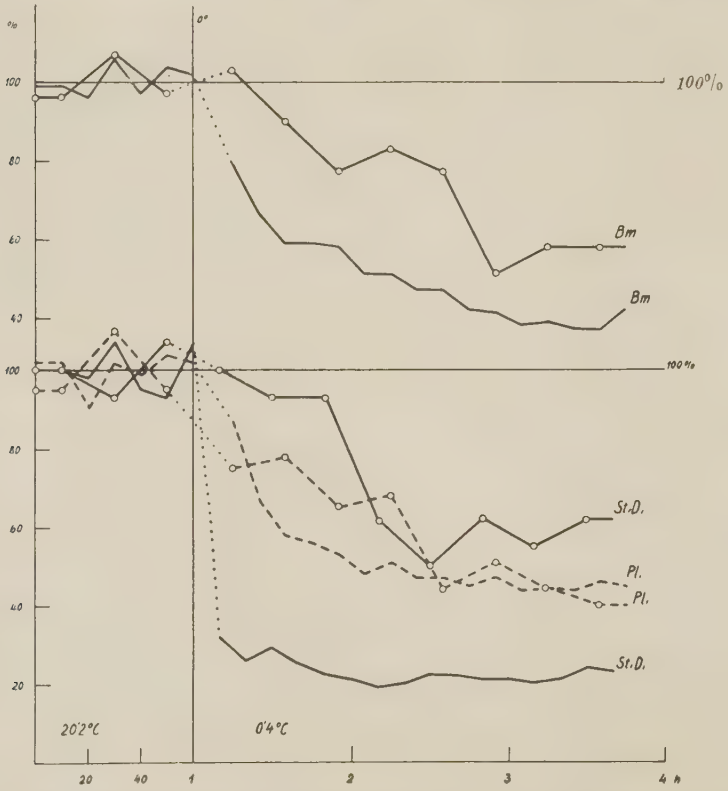

Abb. 3. Absorption (═══) und Transpiration (═·═·═) bei Abkühlung auf 0° C. *St. D.* = *Strobilanthes Dyerianus*, *Bm.* = *Boehmeria* sp., *Pl.* = *Plectranthus fruticosus*

schränkt, und zwar auf 32%, und nahm während der weiteren Versuchszeit nicht mehr viel ab. Schon nach 40 Minuten Kälteeinwirkung transpirierte *Strobilanthes* um 38% weniger als vor der Wurzelabkühlung und es blieb dieser Wert weiterhin ziemlich unverändert. Die Pflanzen welken in diesen ersten 40 Minuten ziemlich stark. — Auch die anderen *Strobilanthes*-Exemplare verhalten sich recht ähnlich diesen, nur wird die Transpiration nicht immer derartig rasch eingeschränkt.

Die Absorption von *Boehmeria* sinkt in der Kälte nicht so rapid ab wie bei *Strobilanthes*.

Boehmeria sp., Nr. 5 (Abs.), Nr. 8 (Transp.). Abb. 3.
21. I. 1935. — WT = **21,3 : 0,3°** C, LT = 20,7° C, LF = 47%.

Die Pflanzen waren schon zu einer früheren Versuchsreihe verwendet worden und standen seither 4 Tage im Glashaus in einem Wassergefäß; sie waren tadellos erhalten. Die Nacht vor dem Experiment standen sie wie gewöhnlich im Versuchsraum.

Gleichgewicht der Absorption stellte sich erst nach $1^1/_2$ Stunden ein, und zwar mit 40% des Ausgangswertes. Langsam sinkend erreicht auch die Transpiration nach gleichem Zeitintervall konstante Werte bei 50%. Im Vergleich zu *Strobilanthes* reagieren diese Pflanzen, wie ich aus zahlreichen Versuchen entnehme, auf die Abkühlung der Wurzeln wesentlich langsamer. Rein äußerlich fiel auf, daß erst nach einem Ablauf von zirka 2 Stunden die Blattstiele ihre Turgeszenz verloren und die Blätter sich senkten. Bei manchen Pflanzen trat überhaupt kein deutliches Welken auf.

Aus einer Anzahl von Versuchen mit *Plectranthus fruticosus* werden folgende Kurven herausgegriffen.

Plectranthus fruticosus L'HÉR., Nr. 1 (Abs.), Nr. 4 (Transp.). Abb. 3.
21. I. 1935. — WT = **21,3 : 0,3°** C, LT = 20,7° C, LF = 47%.

Wird die Übertragung in das Eisbecken rasch durchgeführt, so kann man die Übergangsreaktion noch gut erfassen, welche meist nach 40 bis 60 Minuten zu einem Wert von 40—50% des ursprünglichen führt. Die Transpiration erweist sich bereits bei der ersten Ablesung etwas gehemmt; sie stellt sich aber wesentlich später, meist erst nach doppelter Zeit als die Absorption, auf das neue, tiefe Gleichgewicht ein (50—60%). Die Wasserbilanz wird in diesen Versuchen scheinbar nicht allzusehr gestört, denn die Pflanzen welken nach 1—2 Stunden Kaltbehandlung meist nur ganz wenig.

Eupatorium micranthum (Weinmannianum), Nr. 4 (Abs.), Nr. 2 (Transp.). Abb. 4.
27. III. 1936. Stecklinge bewurzelt, wie üblich behandelt. — WT = **21,5 : 0,7°** C, LT = 22° C, LF = 40%.

Gegenüber einer allmählichen Einschränkung der Transpiration auf 40—50% in etwa $1^1/_2$ Stunden vermindert sich die Absorption außerordentlich rasch. Diese Verminderung ist die stärkste bei den von mir untersuchten Pflanzen. Sie erreicht Werte von 80 und mehr Prozent innerhalb 20—40 Minuten. Infolge der lange ungehemmten Transpiration beginnen die Pflanzen alsbald (30 Minuten) leicht zu welken und sind schließlich bei Beendigung des Versuches ($2^1/_2$ Stunden) vollkommen schlaff, obwohl, wie erwähnt, später auch die Wasserabgabe sehr reduziert wird.

Phaseolus vulgaris, Nr. 21 (Abs.), Nr. 24 (Transp.). Abb. 4.
18. IX. 1935. — WT = **19,1 : 0,9°** C, LT = 20° C, LF = 50%.

Die Pflanzen wurden in Knopscher Nährlösung gezogen, welche nach und nach durch Leitungswasser ersetzt wurde. Die Behandlung vor dem Versuch war dieselbe wie oben. Außer den Primärblättern waren meist 3—4 Fiederblätter vorhanden. Die Bewurzelung war außerordentlich reichlich.

Die Kurven zeigen uns das Bild einer ziemlich langsamen Reaktion auf die Kaltbehandlung. Die endgültige Einstellung der Absorption erfolgt erst nach zirka $1^1/_2$ Stunden auf Werte von 35—40% des ursprüng-

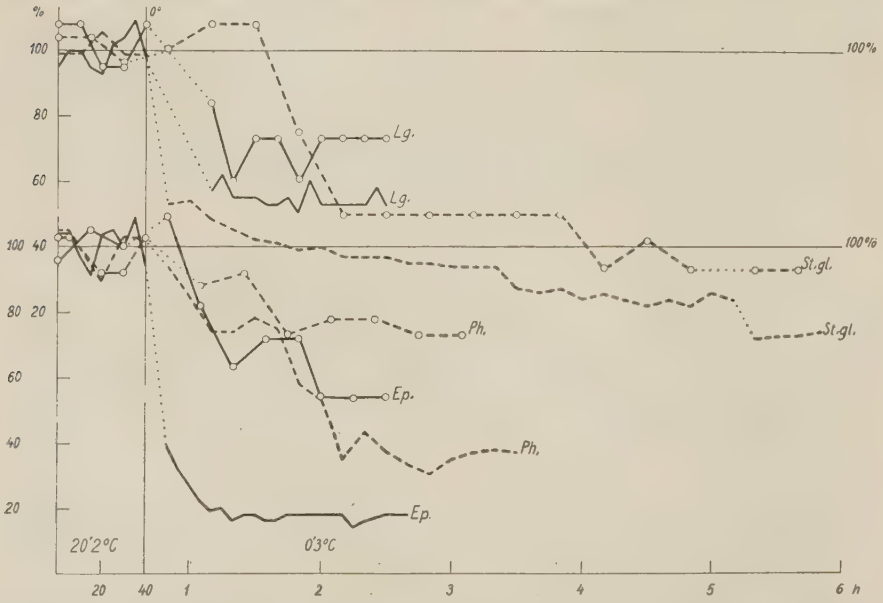

Abb. 4. Absorption (═══) und Transpiration (═ ═ ═ ═) bei Abkühlung auf 0° C. *Ep.* = *Eupatorium micranthum*, *Ph.* = *Phaseolus vulgaris*, *Lg.* = *Ligustrum ovalifolium*, *St. gl.* = *Strobilanthes glomeratus*

lichen, die der Transpiration ungefähr in derselben Zeit, aber nur auf Werte von 70%. Dies hat zur Folge, daß die Pflanzen nach einstündigem Aufenthalt im Eis erst leicht, dann immer stärker welken. Interessant ist, daß die Primärstiele ihre Lage beibehalten, während die Fiederblätter sich in ihren Gelenken senken, so daß sich ein ähnliches Bild wie die Schlafstellung ergibt. Dies ist schon oft der Fall, wenn die Blattlamina selbst noch nicht merkbar welk sind.

Ligustrum ovalifolium Hassk., Nr. 4 (Abs.), Nr. 3 (Transp.). Abb. 4.
12. VII. 1935. — WT = **19,6 : 1,5°** C, LT = 22° C, LF = 40%.

Ligustrum ovalifolium behält, wie bekannt, die Blätter den ganzen Winter grün. Man möchte deshalb meinen, daß tiefe Bodentemperaturen

auf diese Pflanze geringen Einfluß hätten. Wir sehen aber aus den Versuchen, daß sowohl Wasseraufnahme als -abgabe deutlich gehemmt werden. Nach ungefähr 40—50 Minuten erreichen sie ihren Kältewert. Die Absorption wird auf 54% eingeschränkt, die Transpiration auf 60%. Die Blätter zeigen keine Unterbilanz.

Ich habe auch Dauerversuche durchgeführt, wobei die Wurzeln viele Stunden oder einen Tag lang Temperaturen um 0° ausgesetzt waren. Ich führe als Beispiel einen Versuch mit *Strobilanthes glomeratus* an (in Abb. 4). Nach etwa $1^1/_2$ Stunden erreicht die Absorption vorläufige Konstanz mit zirka 40%, die Transpiration mit 50%. Die Pflanzen welken stark an. Für einige Zeit scheint dieser Zustand fixiert, aber nach 3 Stunden nimmt die Absorption neuerlich um 20% ab. Dem geringen Wassernachschub zufolge fällt auch die Transpiration noch etwas ab. 19 Stunden nach Abkühlung tritt abermals eine geringe Senkung der Absorption ein, die Werte betragen nun nur mehr 12—15% des ursprünglichen. Die Transpiration bleibt ungefähr gleich.

Die früher beschriebene Kälteapparatur ermöglichte es, jede beliebige Temperatur auch über 0° konstant herzustellen. Es war nun interessant festzustellen, wie die Pflanzen reagieren, wenn das Wurzelsystem auf eine Temperatur über dem Nullpunkt, z. B. auf 5° C anstatt auf 0° abgekühlt wird, und den Kurvenverlauf bei solcher Versuchsanstellung mit den bisher geschilderten 0°-Kurven zu vergleichen.

Im großen und ganzen lassen sich bei diesen Versuchen zwei Gruppen des Ablaufes herausschälen. Bei einer ist die Hemmung der Absorption und Transpiration bei Abkühlung auf 5° geringer als bei 0°, bei der anderen unterscheiden sich die Werte nicht oder nicht wesentlich. Der ersten Gruppe gehören *Plectranthus*, *Boehmeria* und *Phaseolus* an. Die Hemmung der Absorption bei 5° beträgt im Durchschnitt 40%, gegenüber 70—80% bei 0°, die der Transpiration nur 30%, gegenüber 50—60%, in Einzelfällen noch viel weniger (Tab. 3, vgl. auch Kurven Abb. 8). Die zweite Gruppe umfaßt *Strobilanthes glomeratus*, *Strobilanthes Dyerianus* und *Eupatorium*. Bei den beiden letztgenannten unterscheidet sich der Ablauf der Einschränkung von Absorption und Transpiration und ihre Endwerte kaum von denen bei 0° (Tab. 3, vgl. auch Kurven Abb. 9 u. 10). Auch *Strobilanthes glomeratus* erreicht ähnliche Werte, doch ist deutlich zu sehen, daß sich die Überführungsreaktion langsamer abspielt. Die „Empfindlichkeit" dieser Pflanzen, d. h. die Reaktionsfähigkeit auf die Abkühlung, scheint so groß zu sein, daß schon bei 5° die volle Hemmung eintritt und eine Abkühlung auf 0° keine größere Wirkung haben kann.

Tabelle 3

LT = 21° C, WT = 22,2 : 5° C, 22 : 0,5° C, LF = 45%

Absorption			Transpiration		
	0°	5°	0°	5°	
Gruppe I bei 0°					Gruppe I bei 5°
Plectranthus Nr. 3	31%	59%	44%	80%	*Plectranthus* Nr. 4
Phaseolus Nr. 36	30%	66%	52%	70%	*Phaseolus* Nr. 32
Boehmeria Nr. 5	42%	66%	49%	70%	*Boehmeria* Nr. 7
Gruppe II bei 0°					Gruppe II bei 5°
Strobil. glom. Nr. 42	40%	41%	65%	60%	*Strobil. glom.* Nr. 38
Strobil. Dyer. Nr. 10	45%	43%	68%	63%	*Strobil. Dyer.* Nr. 10
Eupatorium Nr. 4	16%	18%	45%	36%	*Eupatorium* Nr. 2

III. Reversibilität der Adsorption und Transpiration bei Wiedererwärmung der Wurzeln

Erste Beobachtungen über den Verlauf der Absorption bei Rücküberführung der Pflanzen von Eiswasser in warmes Wasser wurden von Gavriloff (1924) veröffentlicht. Nach einer allmählichen Zunahme wurden die Absorptionswerte konstant, lagen aber nicht immer in derselben Höhe wie die Ausgangswerte. Dieselbe Tatsache konstatierten auch Firbas, Grill und Rouschal. Firbas stellt eine geringe Hemmung der Absorption nach Übertragung in Wärme als Folge der langen Versuchsdauer hin. Als Ursache einer starken Einschränkung gibt er die Nachwirkung der Kältehemmung an. Für die Berechnung wurde als Bezugswert das Mittel der Absorption vor und nach der Abkühlung gewählt. Rouschal kritisiert dieses Verfahren jedoch und betont, daß bei Konstanz der Kontrollen allein die Werte vor der Abkühlung als Bezugsgröße maßgebend sind. Denn seine Untersuchungen beweisen, daß tatsächlich der nachwirkende Einfluß der Kälte für die unvollkommene Reversibilität verantwortlich zu machen ist.

Rouschal stellte bei seinen Untersuchungen drei Reaktionstypen auf: eine sofortige, eine allmähliche Wiederherstellung des früheren Absorptionswertes und schließlich ein sprunghaftes Ansteigen weit über 100% mit einem raschen Abfall, oft unter den Ausgangswert. Der ersten Gruppe lassen sich Pflanzen einordnen, deren Wasserbilanz durch die Abkühlung nicht sehr gestört worden war, z. B. *Polygonum*, *Phaseolus* (im Freiland aufgezogen). Dasselbe trifft für den zweiten Typus zu, welcher durch *Nerium* und *Acer* vertreten ist. Die letzte Gruppe ist gekennzeichnet durch Pflanzen, bei denen durch Kälteeinwirkung sehr rasch ein hohes Wasserdefizit auftritt (Glashauspflanzen). Dieses kommt dadurch zustande, daß die Absorption bald eingeschränkt wird, während die Transpiration gleichzeitig

hohe Werte aufweist. Der starke Wasserverlust bewirkt ein Anwelken und eine Steigerung der Saugkräfte. Diese erklärt ROUSCHAL im Anschluß an RENNER (1929) als Ursache der plötzlich ansteigenden Wasseraufnahme bei Überführung in Wärme. Die Saugkräfte können nun, da der Filtrationswiderstand für das durch die Wurzelzellen tretende Wasser bei 20° wieder bedeutend herabgesetzt ist, genügend Wasser nachschaffen, um die Wasserbilanz ins Gleichgewicht zu bringen.

Wir vergleichen nun den Verlauf der Wasseraufnahme mit der Transpiration nach Wiedererwärmung. Bereits die orientierenden Ver-

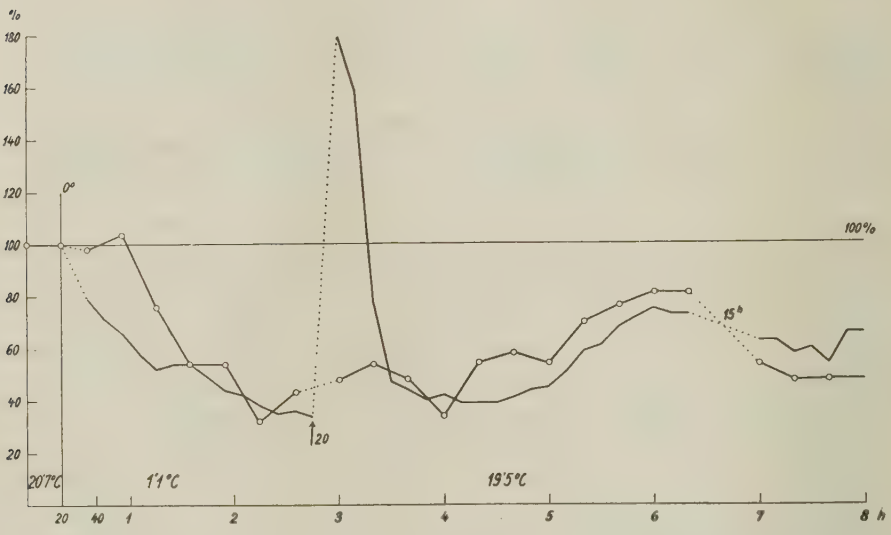

Abb. 5. Absorption (———) und Transpiration (—○—○—) bei Abkühlung und Wiedererwärmung. *Strobilanthes glomeratus*, $\uparrow_{20}$ Übertragung in 20° C

suche von ROUSCHAL lassen erkennen, daß der Anstieg und das nachfolgende Absinken der Absorptionskurve durch das jeweilige Wasserdefizit bestimmt ist und von der Transpiration weitgehend unabhängig ist. Der konstant auslaufende Ast der Kurve hingegen ist durch die Transpiration bestimmt. Diese nimmt nun allmählich in ihrer Intensität zu, erreicht aber selten den Wert vor der Abkühlung und kann daher die Ursache dafür sein, daß die Werte der Wasseraufnahme nach Einstellung tiefer liegen als zu Beginn des Versuches.

Versuche, die sich nun eingehend mit dem Vergleich der Absorption und Transpiration nach Wiedererwärmung befassen, führte ich in größerer Anzahl aus und kam zu nachstehenden Ergebnissen. Bei meinem Pflanzenmaterial, das zum größten Teil aus dem Warmhaus stammte und das in der relativ trockenen Luft der Dunkelkammer höhere Transpirationswerte aufwies (die hauptsächlich durch ziemlich hohe kutikulare Transpiration

der hygromorphen Blätter bedingt sind), konnte ich fast ausschließlich die letztgenannte Form von Rouschals Typen finden.

Ausführlich möchte ich die Verhältnisse bei *Strobilanthes glomeratus* besprechen.

Strobilanthes glomeratus, Nr. 43 (Abs.), Nr. 40 (Transp.). Abb. 5. 26. IX. 1935. — WT = **20,7 : 1,1 : 19,5°** C, LT = 19,2° C, LF = 45%.

Nach der Überführung in warmes Wasser schnellt die Absorption infolge gesteigerter Saugkraft der welken Blattzellen sofort weit über ihren

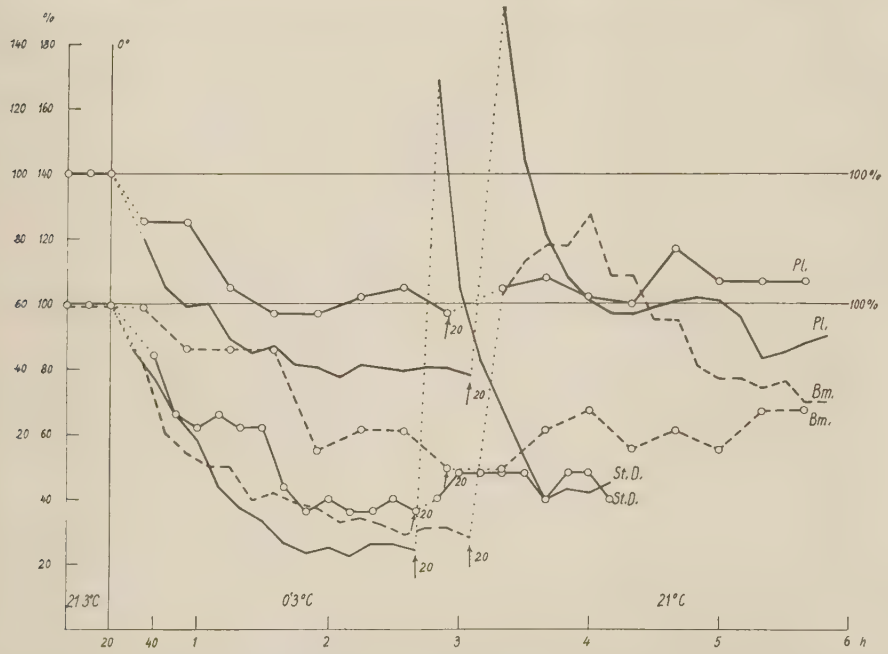

Abb. 6. Absorption (═══) und Transpiration (═·═·═) bei Abkühlung und Wiedererwärmung. *St. D.* = *Strobilanthes Dyerianus*, *Pl.* = *Plectranthus fruticosus*, *Bm.* = *Boehmeria* sp., $\uparrow_{20}$ Übertragung in 20° C

ursprünglichen Wert hinaus, in den verschiedenen Versuchen auf 150 bis 220%, um dann nach 20—30 Minuten mehr oder weniger sprunghaft außerordentlich stark abzusinken. Längere Zeit hindurch konnte ich dann Werte ablesen, die in der Höhe des Kältewertes oder etwas höher lagen. Die Transpiration dagegen bleibt noch gehemmt und beginnt erst nach Ablauf von ungefähr 1—$1^1/_2$ Stunden wieder anzusteigen, ohne aber das ursprüngliche Maß zu erreichen. Die in den ersten Zeitabschnitten aufgenommenen größeren Wassermengen dienen zur Behebung des Wasserdefizites der Pflanzen. Daß eine Aufsättigung stattfindet, ist auch daran gut zu erkennen, daß sich die vordem welken Pflanzen außerordentlich

rasch erholen. Sobald die Wasseraufnahme konstante Werte annimmt (40%), haben sie ihr früheres turgeszentes Aussehen wieder erlangt. Die Absorption ist von diesem Zeitpunkt an durch die Transpirationsgröße bestimmt. Die Transpiration steigt dann auch wieder stark an (81%), kehrt aber nie zu ihrem Ausgangswert zurück und es bleibt somit auch der Absorptionswert unter dem ursprünglichen Niveau (75%). Die beiden Kurven verlaufen dann mehr oder weniger parallel und in gleicher Höhe.

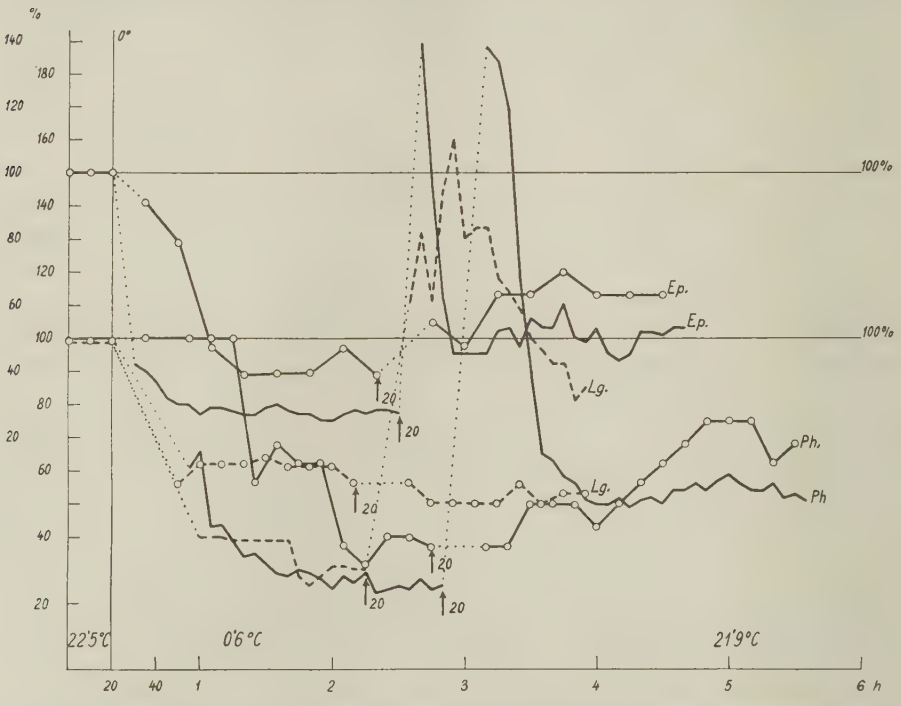

Abb. 7. Absorption (═══) und Transpiration (─·─·─) bei Abkühlung und Wiedererwärmung. *Ep.* = *Eupatorium micranthum*, *Ph.* = *Phaseolus vulgaris*, *Lg.* = *Ligustrum ovalifolium*, $\uparrow_{20}$ Übertragung in 20° C

Wird der Versuch der Wiedererwärmung bis zum nächsten Tag ausgedehnt, so bleiben Transpiration und Absorption gleich niedrig, 50 bis 60%, oder sinken noch etwas ab, um später wieder konstantes Niveau einzuhalten. *Strobilanthes*-Pflanzen, die einer Abkühlung über 24 Stunden hindurch ausgesetzt waren, zeigten genau die gleiche Reaktion und Erholung, obwohl doch ihr Wasserhaushalt scheinbar weitgehend gestört war. Von einer sichtbaren Kälteschädigung war außer den vertrockneten Blattspitzen und -rändern nichts weiter zu merken.

Strobilanthes Dyerianus, Nr. 9 (Abs.), Nr. 8 (Transp.). Abb. 6.
3. X. 1935. — WT = **20,5 : 0,7 : 18,4°** C, LT = 19,5° C, LF = 54%.

Boehmeria sp., Nr. 6 (Abs.), Nr. 7 (Transp.). Abb. 6.
21. I. 1936. — WT = **21,3 : 0,3 : 21,0°** C, LT = 20,7° C, LF = 47%.

Plectranthus fruticosus, Nr. 2 (Abs.), Nr. 5 (Transp.). Abb. 6.
21. I. 1936. — WT = **21,3 : 0,3 : 21,0°** C, LT = 20,5° C, LF = 47%.

Eupatorium micranthum, Nr. 3 (Abs.), Nr. 3 (Transp.). Abb. 7.
24. III. 1936. — WT = **22,5 : 0,6 : 21,5°** C, LT = 22,1° C, LF = 38%.

Phaseolus vulgaris, Nr. 4 (Abs.), Nr. 2 (Transp.). Abb. 7.
11. VII. 1935. — WT = **22,4 : 1,3 : 21,5°** C, LT = 24,3° C, LF = 44%.

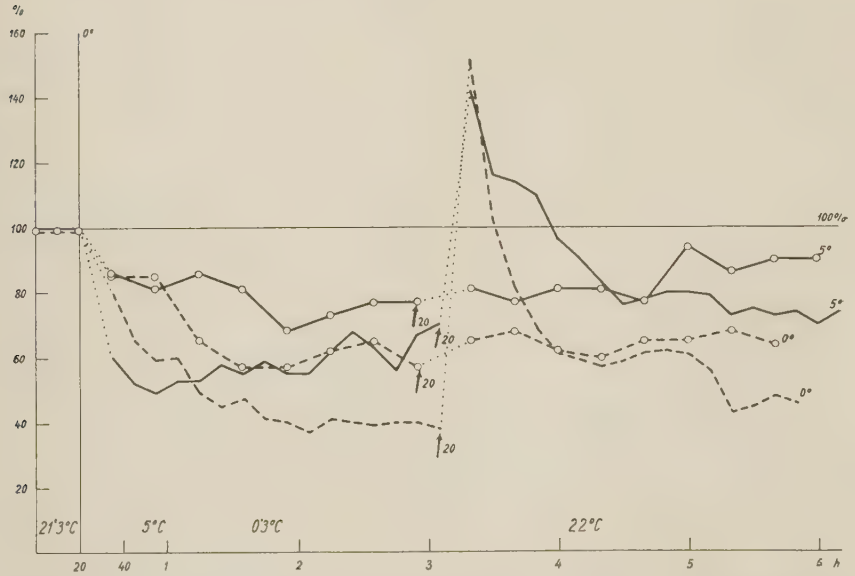

Abb. 8. Absorption (═══) und Transpiration (─·─·─) bei Abkühlung auf 0° bzw. auf 5° C und Wiedererwärmung. *Plectranthus fruticosus*

Ligustrum ovalifolium, Nr. 3 (Abs.), Nr. 3 (Transp.). Abb. 7.
10. VII. 1935. — WT = **22,5 : 1,0 : 23,1°** C, LT = 22,8° C, LF = 44%.

Es zeigen die Kurven (Abb. 6 u. 7) von *Strobilanthes Dyerianus*, *Boehmeria*, *Plectranthus*, *Eupatorium*, *Phaseolus* und *Ligustrum*, daß die Verhältnisse recht ähnlich den bei *Strobilanthes glomeratus* beschriebenen sind, natürlich mit kleinen Abweichungen.

Bei *Strobilanthes Dyerianus* erhielt ich aber auch Resultate, die dem von Rouschal festgestellten ersten Reaktionstypus der langsamen Angleichung entsprechen. *Phaseolus* und *Ligustrum* zeichnen sich durch einen rascheren und größeren Transpirationsanstieg aus.

Verwendete ich die Versuchspflanzen ein zweites oder drittes Mal, natürlich nur, wenn sie die ganze Versuchsprozedur sehr gut überstanden hatten, so lagen gewöhnlich die Ausgangswerte um 40—50% tiefer als

die ersten. Die Pflanzen wurden auf jeden Fall, wenn auch äußerlich nicht oder kaum merkbar, durch die Abkühlung ihrer Wurzeln für längere Zeit hinsichtlich ihrer Wasserabgabe und -aufnahme beeinflußt. Aber ihre Empfindlichkeit blieb trotzdem die gleiche; sie antworteten auf neuerliche Kaltbehandlung mit genau der gleichen Reaktion des Abfalls und plötzlichen Anstieges. Auch die prozentuellen Werte lassen sich absolut vergleichen.

In weiteren Versuchen wurde die Reaktion bei Wiedererwärmung

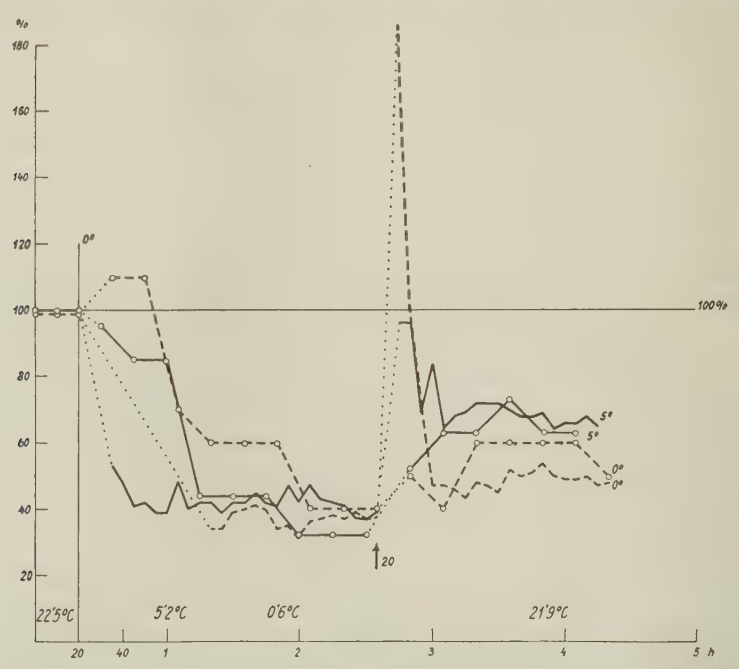

Abb. 9. Absorption (═══) und Transpiration (-·-·-·-) bei Abkühlung auf 0° bzw. auf 5° C und Wiedererwärmung. *Eupatorium micranthum*

beobachtet, nachdem die Wurzeln auf 5° C abgekühlt worden waren (vgl. S. 174). Ich bringe folgende Kurven als Beispiel (Abb. 8, 9, 10).

Plectranthus fruticosus, Nr. 2 (Abs.), Nr. 4 (Transp.) bei 5° C. Abb. 8. 22. I. 1936. — WT = **22,2 : 5,0 : 22,7°** C, LT = 21,0° C, LF = 45%.

Plectranthus fruticosus, Nr. 4 (Abs.), Nr. 5 (Transp.) bei 0° C. Abb. 8. 21. I. 1936. — WT = **21,3 : 0,3 : 21,0°** C, LT = 21,7° C, LF = 44%.

Plectranthus mag als Muster für die erste Gruppe gelten. Diese Pflanzen welken bei Kaltbehandlung meist gar nicht oder nur ganz wenig. *Plectranthus* und *Boehmeria* hatten sich auch gegenüber 0° wenig empfindlich erwiesen. Daß die Pflanzen durch einen Aufenthalt in 5gradigem Wasser

doch an einem Defizit litten, beweist der plötzliche hohe Anstieg der Wasseraufnahme nach Rücküberführung, eine Absorption, die weiterhin ebenso verläuft, wie wir es bei den früheren Versuchen gesehen haben. Die Transpirationswerte erreichen in diesem Falle nach dem Wiedererwärmen manchmal wieder das ursprüngliche Ausmaß. Nach Abkühlung auf 5° war das nie der Fall.

Versuche mit *Negundo aceroides*, bei denen zum Vergleich nur Reihenversuche (Abkühlung von 20° auf 10°, dann 0°) vorliegen, lassen vermuten,

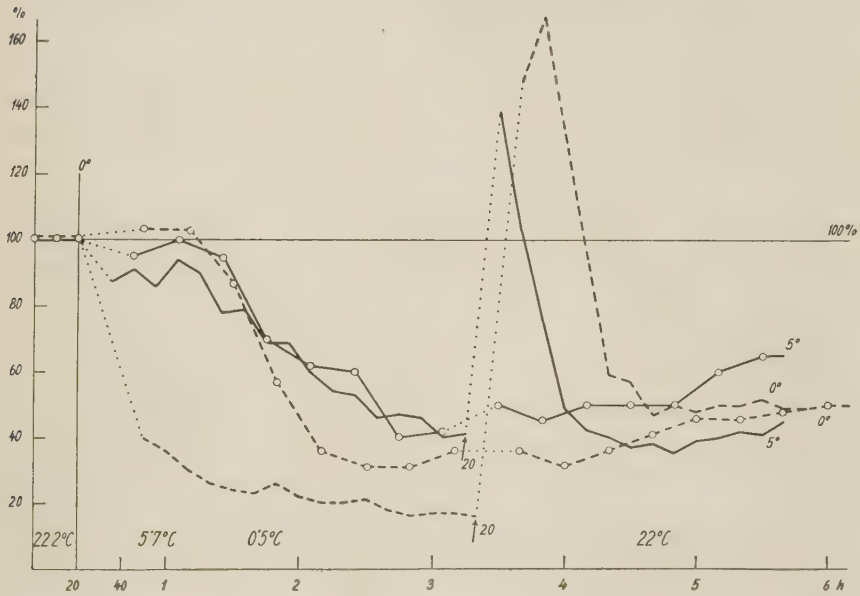

Abb. 10. Absorption (═══) und Transpiration (-·-·-·-) bei Abkühlung auf 0° bzw. auf 5° C und Wiedererwärmung. *Strobilanthes glomeratus*

daß diese Pflanze auch hierher gehört. Die Kurven lassen sich gut mit denen von *Plectranthus* vergleichen.

Eupatorium micranthum, Nr. 3 (Abs.), Nr. 3 (Transp.) bei 5° C. Abb. 9. 1. IV. 1936. — WT = **22,4 : 5,2 : 21,5°** C, LT = 22,6° C, LF = 40%.

Eupatorium micranthum, Nr. 5 (Abs.), Nr. 1 (Transp.) bei 0° C. Abb. 9. 24. III. 1936. — WT = **22,5 : 0,6 : 19,5°** C, LT = 21,6° C, LF = 40%.

Strobilanthes glom., Nr. 44 (Abs.), Nr. 47 (Transp.) bei 5° C. Abb. 10. 14. I. 1936. — WT = **22,2 : 5,7 : 22,7°** C, LT = 20,5° C, LF = 45%.

Strobilanthes glom., Nr. 24 (Abs.), Nr. 22 (Transp.) bei 0° C. Abb. 10. 13. V. 1935. I— WT = **22,0 : 0,5 : 19,5°** C, LT = 22,5° C, LF = 49%.

Strobilanthes glomeratus, *Strobilanthes Dyerianus* und *Eupatorium*, welche die zweite Gruppe bilden, welken bei den Versuchen meist mehr oder weniger stark, aber nie in dem Maße, wie bei 0°. Sie erholen sich auch außerordentlich rasch wieder. Beim Wiedererwärmen waren die Kurven, ebenso wie bei der Abkühlung, nicht sehr einheitlich (Abb. 9, 10).

Bei *Strobilanthes Dyerianus* steigt die Absorption nach Rücküberführung sofort, meist auf 100% und bleibt mehr oder weniger konstant. Das Emporschnellen bleibt also aus. Die Transpirationsraten werden rasch größer. *Eupatorium* (vgl. Abb. 9) reagiert fast gleich, meist sinkt aber späterhin seine Wasseraufnahme wieder etwas. *Strobilanthes glomeratus* (vgl. Abb. 10) jedoch wies in einigen Fällen ein ziemliches Emporschnellen auf, auch über 100%, worauf sich dann ein rapider Abfall einstellte, so daß die konstante Absorptionsgröße wieder unter 100% zu liegen kam. Gleiches spielte sich nach Eiswasserbehandlung ab.

Einige Versuche mit *Strobilanthes glomeratus*, *Plectranthus* und *Peristrophe* bei 10° C ergaben zwar eine geringe Hemmung der Absorption. Die Reversibilitätsverhältnisse sind aber ganz ähnlich den früher besprochenen, nur sind die Amplituden weit geringer. Die Transpiration blieb unverändert.

IV. Transpirationsversuche mit eingetopften Pflanzen

Bei den bisherigen Versuchen wurden Pflanzen benützt, deren Wurzelsystem sich in Wasser befand, und daran vergleichend Absorption und Transpiration beobachtet. Die folgenden Versuche befassen sich allein mit der Transpirationsbestimmung bei Abkühlung und es wurden dazu Pflanzen verwendet, die in Erde wurzelten. Es waren für sie auf diese Art doch natürlichere Bedingungen gegeben. Auf die vergleichende Bestimmung der Absorption mußte verzichtet werden (wenngleich die GRADMANNsche Methode, 1928, S. 53, dafür vielleicht geeignet gewesen wäre). Ebenso wie bei der früheren Versuchsanordnung, wurde von der Abkühlung und späteren Wiedererwärmung wieder nur das Wurzelsystem betroffen. Die Umweltsbedingungen für den Sproß blieben vollständig unverändert; denn im Dunkelzimmer waren ja alle die Transpiration unmittelbar beeinflussenden Faktoren, wie Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Licht, infolge der gegebenen Einrichtungen konstant.

Zur Verwendung gelangten größere und kleinere Pflanzen mit möglichst vielen Blättern, also mit großer Transpirationsfläche, welche zumeist im Glashaus des Institutes aufgezogen worden waren. Kleinere Exemplare, deren Gewicht weniger als ein Kilogramm betrug, konnten auf der früher erwähnten Transpirationswaage gewogen werden. Für die anderen wurde die HÖHNELsche Waage herangezogen (vgl. Abb. 1 in

Burgerstein 1904, S. 8), die eine große Belastung erlaubt und noch 0,1 g gut ablesen läßt. Das Original befindet sich im Pflanzenphysiologischen Institut Wien und wurde seinerzeit auch von Huber (1923) für Messungen herangezogen.

Die porösen Tontöpfe eigneten sich natürlich nicht für die Transpirationsbestimmungen. Die Pflanzen wurden am Abend vor dem Versuch, wenn sie in die Dunkelkammer gebracht wurden, samt dem Erdballen in innen und außen gut paraffinierte Töpfe, deren Dichte erprobt war, gegeben. Wo es aber anging, wurden passende starke Glasgefäße verwendet. In jedem Gefäß befand sich, möglichst in der Mitte eingesteckt, zur Kontrolle der Bodentemperatur ein Stabthermometer. Nachdem am nächsten Morgen vor Versuchsbeginn die Pflanzen reichlich begossen worden waren, so daß der Boden gut durchfeuchtet war, wurden die Gefäße verschlossen, indem zunächst dickes Packpapier in die Töpfe eingepaßt und dann eine Mischung von Paraffin und Vaseline darübergeschichtet wurde. Erstarrt, bildete diese Masse einen absolut dichten Abschluß. Für die Versuche wurden die Töpfe in eine schmale Blechwanne eingestellt, die in eine Sägespänekiste eingebettet war, um Wärmeabgabe zu verhindern. Entsprechend der Versuchsanordnung wurde die Wanne versehen mit Wasser von Zimmertemperatur oder einer Kältemischung, die Temperaturen um 0° herum lieferte. Die Schwankung der tiefen Temperatur betrug zwar $\pm$ 1°, doch ist das für die Transpiration nicht wesentlich. Als Lichtquelle diente die erwähnte 1500-Watt-Lampe, welche sich etwa 75 cm über den Pflanzen befand. Die Versuche wurden immer über längere Zeit ausgedehnt, denn es dauerte infolge der größeren Dimensionen der Töpfe die Temperaturangleichung viel länger als bei den Versuchen in Eprouvetten. Auch stellte sich das Gleichgewicht der Transpiration in der Kälte bedeutend später ein.

Eine kleine Anzahl von Kurven soll das Verhalten der Pflanzen erläutern (vgl. Abb. 11, 12, 13). Ähnliche Verhältnisse wie die angeführten Versuche mit *Jacobinia magnifica*, *Plectranthus fruticosus* und *Nerium oleander* zeigen auch *Phaseolus*, *Peristrophe* sp., *Myrtus communis* und *Boehmeria*, doch sind diese Kurven hier nicht wiedergegeben.

Jacobinia magnifica, Nr. 3. Abb. 11.
2. VII. 1935. — WT = **25,0 : 0,8 : 22,0°** C, LT = 26,0° C, LF = 60%.

Jacobinia magnifica, Nr. 2, Kontrolle. Abb. 11.
2. VII. 1935. — TT = **24,0°** C, LT = 25,0° C, LF = 62%.
TT = Topftemperatur.

Plectranthus fruticosus, Nr. 4. Abb. 11.
24. III. 1936. — TT = **21,0 : 0,5 : 18,0°** C, LT = 19,5° C, LF = 42%.

Plectranthus fruticosus, Nr. 5, Kontrolle. Abb. 11.
24. III. 1936. — TT = **18,0°** C, LT = 21,0° C, LF = 41%.

Nerium oleander, Nr. 3. Abb. 12.
12. V. 1936. — TT = **20,0 : 1,6 : 21,5°** C, LT = 20,5° C, LF = 69%.

Nerium oleander, Nr. 3, Kontrolle. Abb. 12.
10. V. 1936. — TT = **20,5°** C, LT = 20,0° C, LF = 60%.

Angegeben sind die Transpirationswerte je Stunde. Als Bezugswert gilt wieder das Mittel aus den Wärmewerten vor der Abkühlung. Der Zeitpunkt

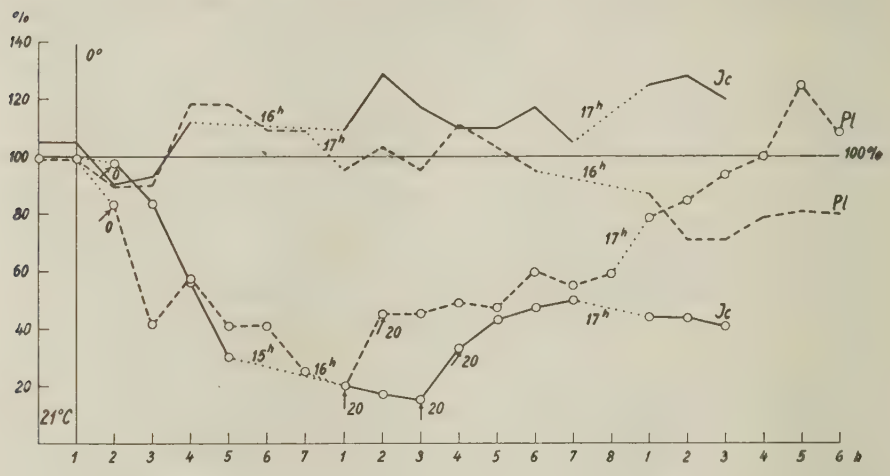

Abb. 11. Transpiration bei Abkühlung auf 0° C und Wiedererwärmung. Transpiration (—·—·—), Kontrolle (———), $\nearrow_0$ Angleichung an 0°, $\nearrow_{20}$ Angleichung an 20° C, $\uparrow_{20}$ Übertragung in 20° C. *Jc.* = *Jacobinia magnifica*, *Pl.* = *Plectranthus fruticosus*

der Übertragung in die Kältemischung ist in den Kurven durch eine Linie mit Bezeichnung 0° angegeben. Dünne, punktierte Linien mit Zeitangaben bedeuten Unterbrechung der Ablesung.

Das Absinken der Transpiration in der Kälte erfolgt sehr langsam und es vergehen oft 5 Stunden (vom Zeitpunkt der Übertragung gerechnet) bis gleichbleibendes Niveau erreicht wird. Von dieser Zeitspanne ist aber die Dauer der Angleichung der Bodentemperatur auf 0° abzurechnen, so daß sich die eigentliche Einstellungszeit um $^1/_2$—$1^1/_2$ Stunden verkürzt. In der Kurve ist der Zeitpunkt der erreichten Temperaturkonstanz durch einen Pfeil mit der Angabe 0° gekennzeichnet. Durch höher temperiertes Wasser konnte die Angleichung an 20° rascher erzielt werden (Pfeilangabe). — Bei *Jacobinia* liegt dieses neue Gleichgewicht sehr tief, zirka 20% des Wärmewertes (im Mittel); genau so liegen die Verhältnisse bei *Boehmeria*, *Peristrophe* und *Phaseolus*. Die beiden Hartlaubpflanzen *Nerium* und *Myrtus* erfahren dagegen bloß eine Hemmung auf 50% bzw.

45% (vgl. Abb. 12). Wurden die Pflanzen über Nacht weiter in der Kältemischung belassen, so hatte diese lang einwirkende Kälte bei fast allen Pflanzen nur noch eine geringe Transpirationssenkung zur Folge. Welken, als äußerlich sichtbares Zeichen der Abkühlung, tritt bei *Phaseolus* und *Peristrophe* sehr rasch auf, etwas später bei *Jacobinia*, dann bei *Myrtus*. Meist erst über Nacht stellt es sich bei *Boehmeria* und *Plectranthus* ein. Alle Pflanzen, mit Ausnahme von *Nerium*, zeigten am Ende der Abkühlungszeit ein starkes Welken und zum Teil Schädigung der Blätter. Diese trockneten am Rande ein *(Strobilanthes glomeratus, Boehmeria)*, rollten sich ein *(Plectranthus, Peristrophe)*, wurden gelb *(Phaseolus,*

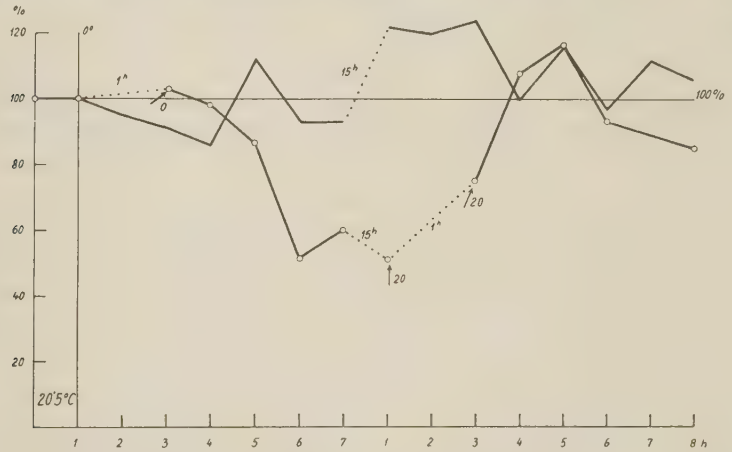

Abb. 12. Transpiration bei Abkühlung auf 0° C und Wiedererwärmung. Transpiration (—○—○—), Kontrolle (——). *Nerium oleander*

Plectranthus) oder fielen gar ab *(Myrtus, Jacobinia, Plectranthus)*. Bei *Nerium* zeigte sich als einziges Merkmal von Wassermangel ein Bleicherwerden der Blattfarbe.

Bei Rücküberführung in Wärme steigert sich die Wasserabgabe allmählich, und zwar in den meisten Fällen wieder auf 70 oder 80%, manchmal weniger. Ein Ansteigen auf 100% wurde in der Regel bei *Nerium* beobachtet, seltener bei *Plectranthus*. Die Turgeszenz der Pflanzen hob sich im Verlaufe der ersten Stunde in Warmwasser wesentlich und nach 2 Stunden sahen die Pflanzen in sehr vielen Fällen vollkommen frisch aus.

Bei *Eupatorium* und *Sparmannia africana* war die Nachwirkung der Kaltbehandlung besonders stark.

Eupatorium micranthum, Nr. 2. Abb. 13.
3. IV. 1936. — TT = **17,5 : 1,0 : 18,0°** C, LT = 20,0° C, LF = 44%.

Eupatorium micranthum, Nr. 2, Kontrolle. Abb. 13.
1. IV. 1936. — TT = **18,0°** C, LT = 19,2° C, LF = 45%.

Sparmannia africana, Nr. 3. Abb. 13.
10. III. 1936. — TT = **18,5 : 1,0 : 22,0°** C, LT = 20,0° C, LF = 37%.

Sparmannia africana, Nr. 6, Kontrolle. Abb. 13.
10. III. 1936. — **20,0°** C, LT = 20,5° C, LF = 42%.

In der Kälte sinkt die Transpiration auf 40—50%. Diese Herabsetzung der Wasserabgabe genügt aber scheinbar nicht, um eine Störung der Wasserbilanz zu vermeiden, denn die Transpiration bleibt nach dem Wiedererwärmen des Bodens auf dem gleichen Niveau oder sinkt bei *Sparmannia* manchmal sogar noch bedeutend tiefer. Die Pflanzen erholen sich in den seltensten Fällen; meist gehen sie unter Vergilben der Blätter nach einiger Zeit zugrunde.

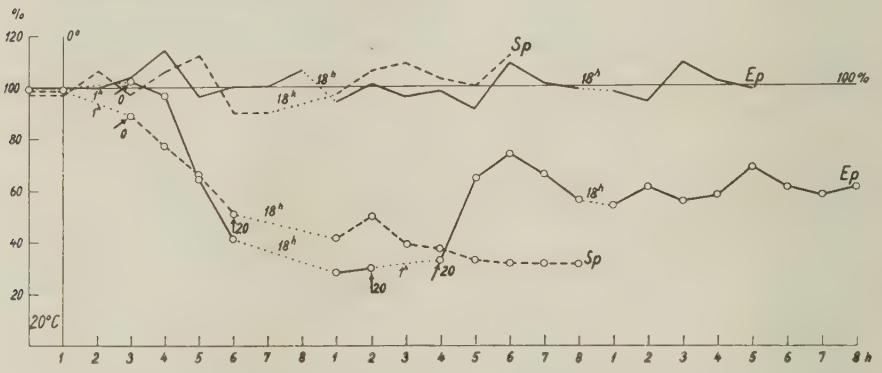

Abb. 13. Transpiration bei Abkühlung auf 0° C und Wiedererwärmung. Transpiration (—○———○—), Kontrolle (———). *Ep.* = *Eupatorium micranthum*, *Sp.* = *Sparmannia africana*

Die Versuche mit *Strobilanthes glomeratus* fielen anders aus als die bisher besprochenen. Wiewohl wegen starken Anwelkens (schon nach 4 Stunden) auf ein großes Defizit geschlossen werden kann, so schränkt die Pflanze ihre Transpiration meist erst wesentlich später ein. Die Zunahme der Transpiration nach Überführung in Wärme geht in gleicher Weise wie bei den vorherigen Objekten vor sich und die Pflanzen werden rasch turgeszent. Merkwürdigerweise richten sich dabei die Blätter nicht auf, sondern verbleiben in abwärts gekrümmter Stellung.

Außer den Schädigungen, die während der Abkühlung auftraten, kam es aber noch häufig vor, daß selbst nach der Erholung Blätter, die ungeschädigt schienen, abfielen. So bei *Plectranthus*, manchmal bei *Jacobinia* und *Peristrophe* und ganz besonders auffällig bei *Myrtus*. *Evonymus japonica*, ebenso *Hydrangea hortensis* und *Fuchsia* sp. konnten aus diesem Grunde überhaupt nicht verwendet werden, da sich sehr viele Blätter während des Versuches ablösten und dadurch den Vergleich mit den früheren Transpirationswerten unmöglich machten. Somit stellt auch die

Wurzelabkühlung eine der Ursachen des Laubfalles dar. Diese Erscheinung reiht sich gut in das Kapitel: Blattfall infolge gehemmter Wasseraufnahme ein, welche ja schon Molisch (1916) neben einer Reihe anderer Faktoren, wie Transpirationsänderung, Bodennässe, Lichtmangel, Tabakrauch usw. als Ursache des Laubfalles geltend gemacht hat.

Die Befunde lehren, daß zwischen der Reaktion dieser Topfpflanzen und der in Wasser untersuchten kein wesentlicher Unterschied besteht. Es tritt bloß die Hemmung der Transpiration später in Erscheinung, die absolute Größe der endgültigen Einschränkung ist aber ähnlich, wie sie in den früheren Versuchen gefunden wurde. Betrachtet man nun die Phase der Wiedererwärmung, so findet man auch hier eine langsame Zunahme der Transpiration. Die Irreversibilität der Kältehemmung ist hier ebenfalls in den meisten Fällen sehr deutlich ausgeprägt. Wie wir sahen, ist die Schädigung oft so stark, daß die Pflanzen zugrunde gehen oder durch Abstoßung der Transpirationsflächen auf den neuen Zustand der erschwerten Wasseraufnahme reagieren.

Stomatakontrolle

Nach der allgemein herrschenden Anschauung sind Transpirationsänderungen zum größten Teil bedingt durch eine Veränderung der Spaltöffnungsweite. Es wurde nun der Versuch unternommen, bei den Abkühlungsvorgängen, auf die, wie wir sahen, die Transpiration mit starker Einschränkung antwortet, ein Bild über das Verhalten der Spaltöffnungen zu gewinnen.

Von den vielen mehr oder weniger geeigneten Methoden zur Überprüfung der Stomataaperturen (vgl. Stahl 1894, Darwin 1897, Stålfelt 1916, 1929, Weber 1916, 1927, Leick 1927, Schorn 1929, Seybold 1929, Velsen 1930, Long und Clements 1934, Pisek 1935, Hartsuijker 1935) verwendete ich die Infiltrationsmethode von Molisch (1912), Buscaglionis Collodiummethode und das modernste Hilfsmittel: das Auflichtmikroskop zur Kontrolle der Spaltöffnungen.

Einige meiner Versuchspflanzen eigneten sich infolge der Lage und Form der Spaltöffnungen recht gut für die Anfertigung von Collodiumabzügen. Herausgreifend besprochen seien die Verhältnisse bei

Phaseolus vulgaris

Versuch: 11.—12. VII. 1935; jeder Wert ist ein Mittelwert aus zirka 100 Stomatamessungen

Bei **22°** C	16%	der Spalten ganz wenig **offen.**
1 Stunde in **0,9°** C	10%	der Spalten ganz wenig offen, dabei Pflanze leicht welk, Transpiration nur ganz wenig vermindert.
$2^1/_2$ Stunden in 0,9° C .	—	Spalten **zu,** Transpiration gehemmt (40%), Pflanze sehr welk.
1 Stunde in **21,5°** C ...	—	Spalten zu, Pflanze turgeszent, Hemmung bleibt.
3 Stunden in 21,5° C .	8%	der Spalten **wenig offen,** Transpiration etwas gestiegen (70%), Pflanze frisch.

Bei *Jacobinia* und *Peristrophe* konnte ich ähnlich in frischem Zustande zirka 10—16% der Spalten leicht geöffnet finden, während an durch Kaltbehandlung gewelkten Pflanzen sämtliche Spalten geschlossen erschienen. In wenigen Einzelfällen waren an den frischen Pflanzen eine größere Anzahl offener Stomata zu beobachten. In der Kälte nahm ihre Zahl stark ab.

In vielen Versuchen ist wohl bei zunehmendem Welkwerden der Pflanzen eine Abnahme der sichtbar geöffneten Stomata zu merken. Aber diese geringe Senkung genügt wohl nicht allein zur Erklärung der starken Einschränkung der Transpiration. Da aber schon zu Versuchsbeginn meist eine große Anzahl der Spaltöffnungen bei mikroskopischer Beobachtung geschlossen erschien, so ist anzunehmen, daß gerade das Verhalten der Stomata mit unkontrollierbar kleinen Aperturen von großer Bedeutung ist (STÅLFELT 1932).

Bei den Infiltrationsversuchen, die an gleich behandelten und den Versuchspflanzen ähnlichen Vergleichsobjekten ausgeführt wurden, drangen von den erprobten Flüssigkeiten (vgl. MOLISCH, DIETRICH) immer bloß Petroläther, Xylol, selten Benzol ein. Flüssigkeiten mit größerer Oberflächenspannung kamen überhaupt nicht mehr in Betracht. Da sich zeigte, daß eine Mischung Xylol : Alkohol (1 : 1) weniger infiltrierte als Xylol und besser als Benzol (welches übrigens meist ganz versagte), so beschränkte ich die Beobachtungen auf Eindringen von Xylol und Xylol-Alkohol. In einigen Fällen konnte ich nun tatsächlich eine Verengung der Aperturen im Laufe des Abkühlungsvorganges finden; so bei *Eupatorium* oder *Jacobinia*, wo Xylol-Alkohol zuerst in kreisrunder Fläche eindrang, später (bei welken Pflanzen) nur an vereinzelten Punkten und bedeutend langsamer. Waren die Pflanzen wieder erholt, drang die Flüssigkeit wieder besser ein. Die Beobachtungen an anderen Versuchspflanzen, die sich allgemein gut für die Infiltration eigneten, waren indes sehr oft verschieden und widersprechend, so daß eine Verallgemeinerung der Ergebnisse unmöglich ist.

Schließlich wurden noch einige Beobachtungen mit einem Zeiß-Epikondensor versucht[1]. Wohl konnte ich ab und zu bei den Pflanzen in der Wärme leichtgeöffnete und nach Abkühlung der Wurzeln scheinbar ganz geschlossene Spaltöffnungen feststellen. Die Anzahl der Beobachtungen war aber doch nicht genügend groß, um über das tatsächliche Verhalten der Stomata in diesem Falle etwas aussagen zu können. Auch eigneten sich die Versuchspflanzen wenig für diese Untersuchungen, denn ihre Blattoberfläche war ziemlich uneben. Das Bild war daher nur auf ganz kleiner Fläche scharf und nicht geeignet zum Photographieren.

---

[1] Herrn Ing. ALEXANDER NIKLITSCHEK (Wien) danke ich bestens für seine Hilfeleistung.

Im ganzen läßt sich sagen, daß die auf eine Wurzelabkühlung folgende Abnahme der Transpiration wahrscheinlich zum größten Teil auf einer Regulation der Spaltöffnungen beruht, die für andere Fälle der Transpirationsänderung von den meisten Forschern angenommen wurde (Renner, Huber, Stålfelt). Es gelang bei meinen Versuchen aber nicht, einen genau gleichsinnigen Verlauf der Transpiration und der Spaltöffnungsweite allgemein nachzuweisen.

V. Schlußbetrachtung

Der Wasserhaushalt der Pflanzen ist bestimmt durch Absorption und Transpiration. Wenn auch zeitweise die Transpiration überwiegt und die Wasseraufnahme der Wurzeln nicht ausreicht, den Bedarf zu decken („temporary wilting", Caldwell 1913), so tritt aber in gewissen Perioden doch immer ein Ausgleich der Bilanz ein; wie Huber betont, bei vielen Pflanzen wohl innerhalb von 24 Stunden.

Nun können aber gelegentlich, bedingt durch extreme transpirationsfördernde oder absorptionshemmende Faktoren viel weitergehende Störungen des Wasserhaushaltes auftreten als gewöhnlich. So erfolgt, wie Zalensky (1921) für Südostrußland beschreibt („Höhenrauch") durch hohe Lufttemperatur ein gewaltsames Öffnen der Stomata infolge Stärkehydrolyse in den Schließzellen. Gleichzeitig hohe Lufttrockenheit steigert die Transpiration so sehr, daß rasches Austrocknen der Pflanze erfolgt.

Häufiger wird jedoch eine Störung der Wasserbilanz durch Verminderung der Wasseraufnahme erfolgen. Äußere oder innere Absorptionswiderstände können die Ursache der Hemmung sein. Vor allem kann niedriger Wassergehalt des Bodens einen Anstieg seines Saugwertes und damit eine Herabsetzung der Nachströmungsgeschwindigkeit für Wasser bedingen und so die Wasseraufnahme der Pflanzen erschweren oder begrenzen. Bekannt ist, daß dies in grobkörnigem Boden bei kleinerem Wassergehalt auftritt als in feinkörnigem, in salzreichen Böden früher als in salzarmen (vgl. dazu: Stocker 1929, 1930, 1933, Gradmann 1929, 1932; über Wasseraufnahme aus Salzlösungen: Ricôme 1903, Renner 1912, Montfort 1921, 1922, Brieger 1928).

Die Ursache einer Änderung der Wasseraufnahme kann aber auch in den Wurzeln selbst liegen. Ich weise auf erschwerte Wasserabsorption infolge Sauerstoffmangel hin (Cannon 1917, Livingston und Free 1917, Cannon und Free 1920, Clements 1921). Hier ist auch als wichtigste Erscheinung die Erhöhung der Filtrationswiderstände durch Abkühlung der Wurzeln einzureihen, welche die primäre Ursache aller jener Vorgänge ist, deren Analyse die Hauptaufgabe dieser Arbeit war.

Aus den Versuchsergebnissen geht klar hervor, daß durch Wurzelabkühlung die Wasseraufnahme herabgesetzt wird. Ebenso sinkt, wie ich eindeutig feststellen konnte, die Transpiration, doch wird primär die

Absorption beeinflußt. Der direkte Einfluß der Kälte macht sich also in einer Veränderung des Zustandes der Wurzeln geltend. Und zwar, wie aus den angeführten Arbeiten bekannt, wird die Wasserpermeabilität des Plasmas verschiedener Gewebe und Organe durch Abkühlung herabgesetzt. Wenngleich für die Wurzelrinde keine derartigen Versuche vorliegen, so ist doch anzunehmen, daß für sie das gleiche gilt wie für die anderen Gewebe. Dafür sprechen ja auch bis zu einem gewissen Grade die Versuche von Ursprung und Blum (1921), die bei einer Abkühlung der Wurzeln von *Vicia faba* eine Erhöhung ihrer Saugkräfte feststellten.

Der Durchtritt des Wassers durch die Wurzelrinde wird durch die Abkühlung wesentlich erschwert. Gleichzeitig ist der Wasserverbrauch der Pflanze zunächst unverändert, bleiben doch die Umweltbedingungen für den Sproß die gleichen. Dieses Mißverhältnis zwischen hoher Wasserabgabe und gehemmter Aufnahme muß zu einem verstärkten Sättigungsdefizit führen. Erst wenn der Wassermangel eine gewisse Größe erreicht hat, setzt ein hydroaktives Schließen der Stomata, bedingt durch eine Turgorsenkung in den Schließzellen, bei gleichzeitiger Senkung des osmotischen Wertes, ein (Stålfelt 1929). Die Transpiration wird dadurch vermindert. In diesem Sinne sind wohl auch diejenigen Ergebnisse meiner Stomata-Kontrollen zu verstehen, wo ich bei Verminderung der Transpiration um 60—70% tatsächlich Spaltenschluß beobachten konnte (vgl. S. 187 unten und S. 188 oben, *Phaseolus*, *Jacobinia*, *Peristrophe*). Ob für jene Fälle, bei denen zwar eine Transpirationseinschränkung gefunden wurde, aber eine Veränderung der Stomata-Aperturen nicht faßbar war, ein „incipientdrying", d. h. Drosselung der Transpiration durch Austrocknung und Entquellung der Epidermis- und Mesophyllzellwände von Bedeutung ist, mag dahingestellt sein (vgl. dazu: Livingston und Brown 1912, Lloyd 1912, 1913, Gates 1914, Loftfield 1921, Kerl 1929, Kamp 1930; gegenteilige Ansicht bei: Renner, Huber, Stålfelt).

Da nun die Transpiration nicht nur später als die Wasseraufnahme, sondern im allgemeinen auch geringer eingeschränkt wird, so bleibt bei den meisten Pflanzen die vor der Transpirationssenkung entstandene Unterbilanz zum Teil bestehen. Obwohl dadurch hohe Saugkräfte in den Blattzellen frei werden können, vermögen damit die Pflanzen, infolge der hohen Filtrationswiderstände der abgekühlten Wurzeln, doch nicht genügend Wasser aufzunehmen, um das Defizit zu decken. Im Gegenteil, es steigt dieses mitunter noch an (kenntlich am fortschreitenden Welken) oder bleibt zumindest auf gleicher Höhe.

Erst durch Rückführung der Wurzeln in Warmwasser werden die Filtrationswiderstände aufgehoben; in vielen Fällen sehr rasch, in anderen aber nur allmählich (vgl. Döring, S. 373f.). Entsprechend können sich die Saugkräfte in den Blattzellen früher oder später auswirken und zu einer plötzlich gesteigerten oder allmählich zunehmenden Wasser-

aufnahme führen. Sobald das Wasserdefizit zurückgegangen ist, sehen wir, daß die Absorption wieder absinkt und Werte annimmt, die in gleicher Höhe oder etwas höher als die Kältewerte liegen. Auf relativ gleichem Niveau liegen, im Verhältnis zu den Ausgangswerten, auch die Transpirationswerte; es ist also ein neuer Gleichgewichtszustand der Wasserbilanz wieder hergestellt. — Der Verlauf der Absorptionskurven, die ihn Renner und Brieger nach Überführung der Wurzeln aus hochkonzentrierten Lösungen in schwächere konstatierten, spricht sehr dafür, daß auch dort der Ausgleich zwischen Absorption und Transpiration in gleicher Weise erfolgte.

Die Annahme liegt nahe, daß nach einer gewissen Zeitspanne der Wiederaufsättigung die Stomata hydroaktiv geöffnet werden und dadurch die Transpiration wieder ähnliche Werte annehmen kann, wie sie vor der Abkühlung gemessen wurden. Entsprechend müßte dann auch die Absorption zunehmen, da ja die Transpirationsgröße nach dem Saugkraftausgleich für sie bestimmend ist. Bei meinen Versuchen konnte jedoch innerhalb von 2—3 Tagen nur bei Pflanzen, die auf 5° C abgekühlt worden waren, bzw. bei einigen eingetopften, auf 0° gekühlten Pflanzen eine volle Reversibilität der Transpiration bei den ersteren mitunter auch der Absorption beobachtet werden. Allgemein blieben beide Größen auch an den folgenden Tagen bedeutend unter ihrem Ausgangswerte zurück.

Wie ist diese Erscheinung der Irreversibilität zu erklären? Sind die Ursachen in Veränderungen der Blätter, Leitungsbahnen oder der absorbierenden Wurzeln zu suchen? Wie Rouschal, sich auf Iljin beziehend, schon erwähnte, ist eine lange dauernde Einschränkung der Transpiration durch eine Schädigung der Stomata denkbar. Durch übermäßigen Wasserentzug treten in vielen Schließzellen pathologische Zerfallsprodukte der Stärke auf, die nicht mehr synthetisiert werden können (Iljin 1922, S. 693). Dadurch sind die Schließzellen, wenngleich sie noch leben, funktionsunfähig geworden (bis zu 45%), die Stomata bleiben daher geschlossen.

Interessant ist die von Gäumann und Jaag (1936) gemachte Beobachtung einer irreversiblen Hemmung der Transpiration, wenn diese durch hohe Temperatur und Lufttrockenheit übermäßig große Werte aufwies. Bei stets geschlossenen Spaltöffnungen sinkt die kutikuläre Transpiration, sobald sie eine gewisse maximale Höhe erreicht hat, ruckartig auf einen tieferen, konstant bleibenden Wert. Dieser Vorgang ist dauernd irreversibel und die Verfasser bezeichnen ihn als „Abhärtung". Eine Erklärung für diese plötzliche Zustandsänderung suchen sie in der Alterung der kolloiden Substanzen (vgl. auch Seybold 1930, II., S. 579); Entquellungen würden bloß vorübergehende Regulation verursachen und könnten daher nicht Grund der andauernden Hemmung sein. Auch die bekannte Erscheinung der Kutikulaverstärkung zu Beginn der heißen

Jahreszeit ist als Möglichkeit der Transpirationseinschränkung für längere Zeit heranzuziehen, wenngleich sie bei meinen Versuchen nicht in Frage kommen kann; eine dickere, wasserärmere Kutikula muß jedenfalls die Transpirationswiderstände erheblich vergrößern (vgl. Seybold 1929, 1930, 1933, Welten 1933, Füsser 1933). — Können wir nun annehmen, daß auch in unseren Versuchen die große Bilanzstörung eine ähnliche Erscheinung der irreversiblen Veränderung der Transpiration im Sinne von Gäumann und Jaag hervorruft?

Vielleicht kommt auch eine Schädigung der Wurzelzellen in Frage, besonders bei langanhaltender Kälteeinwirkung (Gavriloff: vgl. Zitat bei Döring, S. 373). Ein Austrocknen der Wurzeln (Caldwell 1913), kommt in unserem Falle, bei in Wasser kultivierten Pflanzen wohl nicht in Betracht; doch ist ein direkter Kälteschaden möglich. Dagegen spricht aber, daß auch Freilandpflanzen unseres Klimas, deren Wurzeln sicherlich Temperaturen um 0^0 ohne Schädigung ertragen, die irreversible Hemmung aufweisen *(Negundo aceroides, Ligustrum ovalifolium)*.

Letzten Endes wäre dann noch der Einfluß der Abkühlung auf die Leitung des Wassers zu erwägen. Daß kohärente Wasserfäden in den Leitbahnen für den Wasserstrom notwendig sind, haben die Kohäsionstheoretiker eindeutig bewiesen (Renner 1911, 1915, 1918, Bode 1923, Holle 1915, Jost 1916, Huber 1923, 1924, 1925). Nun führte u. a. auch Chien-Ren-Chu (1936) an, daß es immerhin möglich wäre, daß die Wasserfäden reißen und dadurch ein Teil der Leitungsbahnen seine Funktionsfähigkeit einbüßt. Auch die neuen Beobachtungen im Auflicht von Haines (1935) an *Fraxinus* zeigen, daß es bei angestrengter sommerlicher Transpiration oft zu einem Zerreißen der kohärenten Fäden in einem Teil der Gefäße kommt (bis 50%). Die Transpiration muß dann so weit eingeschränkt werden, daß sie durch den Wassernachschub noch gedeckt werden kann.

Es ließe sich daran denken, daß auch in unseren Fällen, wenngleich ich meist nur mit krautigen Formen gearbeitet habe, ein Zerreißen der kohärenten Fäden vorkommt und die Pflanzen dadurch genötigt werden, nachträglich ihre Transpiration so lange herabzusetzen, bis die Gefäße wieder aufgefüllt oder neu entwickelt werden. Ob derartiges aber auch bei krautigen Pflanzen in Betracht kommt, ist sehr fraglich.

Wenn auch in anderem Zusammenhang die Ökologen schon vermuteten, daß die Transpiration weitgehend von der Absorption abhängig sei (Bodenkälte setzt die Transpiration herab trotz hoher Evaporation), so liefern meine Abkühlungsversuche den Beweis dafür, daß tatsächlich die Absorptionshemmung in der Kälte die Transpiration bestimmt. Doch auch der umgekehrte Fall der Beeinflussung tritt ein: ist nach Wiedererwärmung der Wurzeln die Aufsättigung erfolgt, so ist die weiterhin gehemmte Transpiration allein maßgebend für die Absorption.

Zusammenfassung der Hauptergebnisse

1. Bei Abkühlung der Wurzeln auf 0° (Potometerversuche) wird infolge vergrößerter Filtrationswiderstände die Wasseraufnahme eingeschränkt (bei meinen Versuchspflanzen um 60—80% innerhalb 30 bis 40 Minuten). In der Regel folgt darauf nach 2—3mal so langer Dauer der Abkühlung auch eine, gewöhnlich etwas geringere, Herabsetzung der Transpiration. Die Kurvendiagramme (Abb. 2—4, S. 170, 171, 173) geben dies deutlich wieder. — In vielen Fällen kommt es zu einer Unterbilanz und deutliches Welken tritt auf. — Immer geht die Absorptionshemmung der Transpirationshemmung voran, die Absorption wird also primär durch die Kälte beeinflußt.

2. Nach Wiedererwärmung der Wurzeln auf die Ausgangstemperatur erweist sich die Wasseraufnahme durch die sich auswirkenden Saugkräfte der angewelkten Blattzellen für kurze Zeit meist sehr erhöht. Später steigt in schwächerem Maße auch die Transpiration; ihr gleicht sich die Absorption nach Behebung des Defizites innerhalb von $^1/_2$ bis 1 Stunde an (vgl. Abb. 5—7, S. 176, 177, 178). Beide Kurven erreichen jedoch nach vorangegangener Kaltbehandlung nicht mehr die Ausgangswerte.

3. Bei Abkühlung auf 5° C stellt sich in manchen Fällen die gleiche Reaktion wie bei Kühlung auf 0° ein; in anderen Fällen ist die Hemmung der Wasseraufnahme und Transpiration geringer als bei 0° und läßt sich ab und zu ganz rückgängig machen.

4. Transpirationsversuche mit Topfpflanzen, deren Wurzelsystem abgekühlt und wieder erwärmt wurde, haben ähnliche Ergebnisse; volle Reversibilität nach Erwärmen kommt nur mitunter vor (Abb. 11—13, S. 184, 185, 186).

5. Die durch Wurzelabkühlung indirekt bewirkte Transpirationsänderung auf Regulationen der Stomataaperturen zurückzuführen, gelang nur in wenigen Fällen (vgl. S. 188).

6. Als äußerlich sichtbare Folge der Kaltbehandlung der Wurzeln wurde bisweilen Abtrocknen der Blattränder, Vergilben oder Abfallen der Blätter beobachtet.

Schriftenverzeichnis

Bode, H. R., 1923. Beiträge zur Dynamik der Wasserbewegung in den Gefäßpflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot., **62**, 92.

Brieger, F., 1928. Untersuchungen über die Wasseraufnahme ganzer Pflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot., **69**, 295.

Burgerstein, A., 1904; 1920. Die Transpiration der Pflanzen I. II.

Buscaglione, L. u. Pollacci, G., 1901. Ulteriori ricerche sull'applicazione delle pellicole di collodio allo studio di alcuni processi fisiologici delle piante ed in particolar modo della traspirazione vegetale. Atti Ist. Bot. Pavia, 2a Serie, Nr. 7.

Caldwell, J. S., 1913. The relation of environmental conditions to the phenomen of permanent wilting in plants. Physiol. Research. I.

Cannon, W. A., 1917. Root growth of *Prosopis* and *Opuntia* under conditions of a small oxygen supply in the soil. Year book Carnegie Inst. Wash., **16**, 82.

Cannon, W. A. and **Free, E. E.,** 1920. Root adaptation to deficient soil aeration. Year book Carnegie Inst. Wash., **19**, 62.

Chien-Ren-Chu, 1936. Der Einfluß des Wassergehaltes der Blätter der Waldbäume auf ihre Lebensfähigkeit, ihre Saugkräfte und ihren Turgor. Flora, **30**, 384.

Clements, F. E., 1921. Aeration and air content. The rôle of oxygen in root activity. Carnegie Inst. Wash., Publ. 315.

Darwin, F., 1897. Observations on stomata by a new method. Proc. Phil. Soc., **9**, Teil 6, 303.

Delf, E. M., 1916. Studies of protoplasmatic permeability by measurement of rate of shrinkage of turgid tissues. Ann. of Bot., **30**, 283.

Dietrich, M., 1926. Die Transpiration der Schatten- und Sonnenpflanzen in ihren Beziehungen zum Standort. Jahrb. f. wiss. Bot., **65**, 98.

Döring, B., 1935. Die Temperaturabhängigkeit der Wasseraufnahme und ihre ökologische Bedeutung. Zeitschr. f. Bot., **28**, 305.

Eberdt, O., 1889. Die Transpiration der Pflanzen und ihre Abhängigkeit von äußeren Bedingungen. Marburg.

Ewart, 1905. The ascent of water in trees. Philos. Trans. Roy. Soc. London, **198**, Ser. B, 41.

Firbas, F., 1931. Untersuchungen über den Wasserhaushalt der Hochmoorpflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot., **74**, 457.

Füsser, K., 1933. Transpiration und die Transpirationswiderstände verschiedener Pflanzentypen. Planta, **19**, 485.

Gäumann, E. u. **Jaag, O.,** 1936. Untersuchungen über die pflanzliche Transpiration. Ber. d. Schweiz. Bot. Ges., **45**, 411.

Gates, F. C., 1914. Winter as a factor in xerophily of certain evergreen ericads. Bot. Gaz., **57**, 445.

Gavriloff, L., 1924; 1926. Influence de la température sur l'absorption de l'eau par les racines des plantes supérieures. Bull. Jard. Bot. Repl. Russe, **23**; **25**.

Gradmann, H., 1928. Untersuchungen über die Wasserverhältnisse des Bodens als Grundlage des Pflanzenwachstums I. Jahrb. f. wiss. Bot., **66**, 1.

— 1929. Untersuchungen über die Wasserverhältnisse des Bodens als Grundlage des Pflanzenwachstums II. Jahrb. f. wiss. Bot., **71**, 669.

— 1932. Untersuchungen über die Abhängigkeit der Transpiration und des Welkens von den Wasserverhältnissen des Bodens. Jahrb. f. wiss. Bot., **76**, 558.

Grill, M., 1935. Der Einfluß tiefer Temperaturen auf die Wasseraufnahme durch die Wurzeln von Laub- und Nadelhölzern. Diss. Wien (unveröff.).

Haan, Iz. de, 1933. Protoplasmaquellung und Wasserpermeabilität. Rec. des Trav. Bot. Néerl., **30**, 234.

Haines, F. M., 1935. Transpiration and pressure defizit, I. Ann. of Bot., **49**, 213.

Hartsuijker, K., 1935. Kritische Bemerkungen über einige der wichtigsten Methoden zur Ermittlung des Öffnungszustandes der Spaltöffnungen. Rec. des Trav. Bot. Néerl., **32**, 516.

Holle, H., 1915. Untersuchungen über Welken, Vertrocknen und Wiederstraffwerden. Flora, **108**, 73.

Huber, B., 1923. Beiträge zur Kenntnis der Wasserbewegung in der Pflanze. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., **41**, 342.
— 1923. Theoretische Betrachtungen zur Kohäsionstheorie der Wasserbewegung in der Pflanze. Biol. Zentralbl., **43**, 30.
— 1923. Transpiration in verschiedener Stammhöhe I. *Sequoia gigantea.* Zeitschr. f. Bot., **15**, 465.
— 1924. Beiträge zur Kenntnis der Wasserbewegung in der Pflanze II. Die Strömungsgeschwindigkeit und die Größe der Widerstände in den Leitbahnen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., **42**, 27.
— 1925. Über die physiologische Leistungsfähigkeit des Wassersystems der Pflanzen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., **43**, 410.
— 1925. Die Beurteilung des Wasserhaushaltes der Pflanze. Jahrb. f. wiss. Bot., **64**, 1.
Huber, B. u. **Höfler, K.,** 1930. Die Wasserpermeabilität des Protoplasmas. Jahrb. f. wiss. Bot., **73**, 351.
Iljin, W. S., 1914/15. Die Regulierung der Spaltöffnungen im Zusammenhang mit der Veränderung des osmotischen Druckes. Beihefte z. Botan. Centralbl., **32**, Abt. I, 15.
— 1922. Über den Einfluß des Welkens der Pflanzen auf die Regulierung der Spaltöffnungen. Jahrb. f. wiss. Bot., **61**, 670.
Jost, L., 1916. Versuche über die Wasserleitung in der Pflanze. Zeitschr. f. Bot., **8**, 1.
Kamp, H., 1930. Untersuchungen über Kutikularbau und kutikuläre Transpiration von Blättern. Jahrb. f. wiss. Bot., **72**, 403.
Kerl, H. W., 1929. Beitrag zur Kenntnis der Spaltöffnungsbewegungen. Planta, **9**, 407.
Kohl, F. G., 1886. Die Transpiration der Pflanze. Leipzig.
Kosaroff, P., 1897. Einfluß verschiedener äußerer Faktoren auf die Wasseraufnahme. Diss. Leipzig.
Krabbe, G., 1896. Über den Einfluß der Temperatur auf die osmotischen Prozesse lebender Zellen. Jahrb. f. wiss. Bot., **29**, 441.
Leick, E., 1927. Ein neues Universal-Doppel-Porometer. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., **45**, (43).
Livingston, B. E. and **Brown, W. H.,** 1912. Relation of the daily march of transpiration to variation in the water content of foliage leaves. Bot. Gaz., **53**, 309.
Livingston, B. E. and **Free, E.,** 1917. The effect of deficient soil oxygen on the roots of higher plants. Journ. Hopkins Univ. Circ., **293**, 182.
Lloyd, F. E., 1912. The relation of transpiration and stomatal movement to the water content of the leaves in *Fouquieria splendens.* Plant World, **15**, 1.
— 1913. Leaf water and stomatal movement in *Gossypium* and a method of direct visual observation of stomata in situ. Bull. Torrey Bot. Club, **40**, 1.
Loftfield, J. V., 1921. The behavior of stomata. Carnegie Inst. Wash., Publ. 314.
Long, F. L. and **Clements, F. E.,** 1934. The method of Collodionfilms for stomata. Amer. Journ. of Bot., **21**, 7.
Molisch, H., 1912. Das Offen- und Geschlossensein der Spaltöffnungen veranschaulicht durch eine neue Methode (Infiltrationsmethode). Zeitschr. f. Bot., **4**, 106.
— 1916. Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei. (1. Aufl.)

Montfort, C., 1921. Die aktive Wurzelsaugung aus Hochmoorwasser im Laboratorium und am Standort und die Frage seiner Giftwirkung. Jahrb. f. wiss. Bot., **60**, 184.
— 1922. Die Wasserbilanz in Nährlösung, Salzlösung und in Hochmoorwasser. Zeitschr. f. Bot., **14**, 98.
Pisek, A., 1935. Zur Beobachtung des Öffnungszustandes der Spalten am lebenden Blatt. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., **53**, 624.
Renner, O., 1910. Beiträge zur Physik der Transpiration. Flora, **100**, 451.
— 1911. Experimentelle Beiträge zur Kenntnis der Wasserbewegung. Flora, 103, 171.
— 1912. Versuche zur Mechanik der Wasserversorgung II. Über Wurzeltätigkeit. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., **30**, 642.
— 1915. Theoretisches und Experimentelles zur Kohäsionstheorie der Wasserbewegung. Jahrb. f. wiss. Bot., **56**, 617.
— 1918. Versuche zur Mechanik der Wasserversorgung. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., **36**, 172.
— 1929. Versuche zur Bestimmung der Filtrationswiderstände der Wurzeln. Jahrb. f. wiss. Bot., **52**, 805.
Ricôme, H., 1903. Influence du chlorure de sodium sur la transpiration et l'absorption de l'eau chez les végétaux. Compt. rend. Acad. Sci. Paris, **137**, 141.
Rouschal, E., 1935. Untersuchungen über die Temperaturabhängigkeit der Wasseraufnahme ganzer Pflanzen. Sitzber. d. Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Abt. I, **144**, 313.
Rysselberghe, F. v., 1901. Influence de la température sur la perméabilité du protoplasme vivant pur l'eau et les substances dissoutes. Bull. Cl. Science Acad. Roy. Belg., 1901, S. 173. (Rec. Inst. Bot. Univ. Bruxelles, **5**, 209.)
Sachs, J., 1860. Das Erfrieren der Pflanzen über 0°. Bot. Ztg., **18**, 123.
Schorn, M., 1929. Untersuchungen über die Verwendbarkeit der Alkoholfixierungs- und der Infiltrationsmethode zur Messung von Spaltöffnungsweiten. Jahrb. f. wiss. Bot., **71**, 783.
Seybold, A., 1929. Untersuchungen über die Transpirationswiderstände und die Temperatur ägyptisch-arabischer Wüstenpflanzen. Planta, **9**, 270.
— 1929. Die pflanzliche Transpiration I. Ergebnisse der Biologie, **5**, 29.
— 1930. Die pflanzliche Transpiration II. Ergebnisse der Biologie, **6**, 559.
— 1933. Zur Klärung des Begriffes Transpirationswiderstand. Planta, **21**, 353.
Stahl, E., 1894. Einige Versuche über Transpiration und Assimilation. Bot. Ztg., **52**, 117.
Stålfelt, M. G., 1916. Über die Wirkungsweise der Infiltrationsmethode von MOLISCH und einige Versuche mit derselben. Svensk Bot. Tidskr., **10**, 37.
— 1929. Abhängigkeit der Spaltöffnungsreaktion von der Wasserbilanz. Planta, **8**, 287.
— 1929. Neue Methoden zur Ermittlung des Öffnungszustandes der Stomata. Hdb. d. biol. Arb. Meth., Liefg. 300 (Abt. XI, Teil 4, Heft 1, S. 167).
— 1932. Die stomatäre Regulation in der pflanzlichen Transpiration. Planta, **17**, 22.
Stiles, W., 1924. Permeability. London.
Stiles, W. and **Jørgensen, J.,** 1917. Studies in Permeability V. Ann. of Bot., **31**, 415.
— — 1918. Quantitativ measurement of permeability. Bot. Gaz., **65**, 526.
Stocker, O., 1929. Das Wasserdefizit von Gefäßpflanzen in verschiedenen Klimazonen. Planta, **7**, 382.

Stocker, O., 1930. Das Halophytenproblem. Ergebn. d. Biol., **3**, 265.
— 1933. Transpiration und Wasserhaushalt in verschiedenen Klimazonen II. Untersuchungen in der ungarischen Alkalisteppe. Jahrb. f. wiss. Bot., **78**, 751.
Ursprung, A. u. Blum, G., 1921. Zur Kenntnis der Saugkraft V. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., **39**, 139.
Velsen, P. J., 1930. Porometeruntersuchungen an weißbunten Blättern von *Ficus elastica* L. Proceed. Kon. Akad. d. Wetensch. Amsterdam, **33**, 405.
Vesque, J., 1878. De l'influence de la température du sol sur l'absorption de l'eau par les racines. Ann. Scienc. Nat., Sér. Bot., **6**, 169.
Weber, F., 1916. Über eine einfache Methode zur Veranschaulichung des Öffnungszustandes der Spaltöffnungen. Gasdiffusionsmethode. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., **34**, 175.
— 1927. Stomataöffnungszustand bestimmt mit Cellophan. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., **45**, 534.
Welten, M., 1933. Physiologisch-ökologische Untersuchungen über den Wasserhaushalt der Pflanzen. Planta, **20**, 45.
Zalensky, W. R., 1921. Über die physiologische Wirkung des Höhenrauches auf die Pflanzen. Bull. Agric. exper. Stat. Saratov, **3**.

Ein Beitrag zur Kenntnis der Kernteilung der Peridinieen

Von

Rudolf Köhler-Wieder (Wien)

(Mit 6 Textabbildungen)

Frühere Beobachtungen über die Kernteilung der Peridinieen

Zur Analyse der Kernteilung der Peridinieen war das am meisten verwendete Objekt *Ceratium*. Die Auffassungen und Deutungen des Kernteilungsvorganges entsprachen jeweils derjenigen Zeit, in der die Untersuchungen vorgenommen wurden, und paßten sich jener Anschauung an, die gerade die Zeit beherrschte. So zeigen die bis jetzt erschienenen Arbeiten die gegensätzlichsten Meinungen über die Peridinieenmitose, und die Frage über den Formwechsel des Chromatins bei diesen Organismen ist bis jetzt noch nicht restlos geklärt. Der Grund hiefür liegt darin, daß infolge der großen Anzahl von Chromosomen schwer ein klares Bild über den Kernteilungsvorgang gewonnen werden konnte.

Die wichtigsten Ansichten seien hier kurz wiedergegeben: Blanc (1885) beschrieb bei *Ceratium* eine Amitose. Ebenso gibt auch Jollos (1910) eine amitotische Teilung bei *Gymnodinium fucorum* an, während nach ihm die Schwärmer dieses *Gymnodinium fucorum* so wie Cryptomonaden aussehen und eine Mitose aufweisen.

Lauterborn (1895) sagt, daß die Teilung des *Ceratium*-Kernes keineswegs eine direkte ist, ebensowenig aber auch eine echt mitotische. Sie kann vielmehr als eine Art Übergang von der direkten zur karyokinetischen Teilung betrachtet werden. Von letzterer unterscheidet sie sich dadurch, daß eine Längsspaltung der chromatischen Elemente nicht beobachtet werden konnte und daß weiters die achromatische Spindel fehlt.

Borgert (1910) vertritt in seiner Arbeit über die Kern- und Zellteilung mariner *Ceratium*-Arten folgende Ansicht: Die Chromosomen spalten sich in der Prophase längs, in der Anaphase tritt aber eine Querteilung dieser längsgespaltenen Chromosomen ein. Es bleiben die beiden Spalthälften beieinander und wandern gemeinsam an einen Pol. Dadurch

würde sich nach jeder Teilung die Chromosomenzahl auf das Doppelte vermehren. Nun hat Borgert auch amitotische Kernteilungen beobachtet, bei denen sich der Kern entweder längs oder quer in zwei Hälften teilt. Dadurch würde nach ihm das Chromatin des Kernes vermindert werden. Er faßt nun die mitotische Teilung als regulatorischen Kernprozeß auf. Durch die Mitose wird die bei der Amitose eingetretene Chromatinverminderung wieder kompensiert.

Auch G. Entz (1921) vertritt die Ansicht, daß sich die längsgespaltenen Chromosomen zu Beginn der Anaphase schließlich querteilen, wodurch nach jeder Teilung eine Verdopplung der Chromosomenzahl stattfinden müßte. Die von Borgert beobachtete Regulation durch Kernknospung hat er nicht gesehen. Die Regulierung der Chromosomenzahl sollte nach seiner Meinung im Zusammenhang mit der von Entz und Zederbauer beschriebenen Kopulation vor sich gehen. Anderseits kann es auch sein, daß die der Länge nach gespaltenen Chromosomen schließlich wieder paarweise miteinander verschmelzen. Weder den Vorgang bei der Kopulation noch die Verschmelzung der Chromosomen hat Entz jedoch beobachtet.

Die vierte Erklärung der Mitose der Peridinieen basiert auf den Arbeiten von Chatton (1919) über parasitische Peridinieen. Bei der von diesem beschriebenen Mitose von *Syndinium* spalten sich die Chromosomen längs, wobei die Spaltung an einem Ende eines jeden Chromosoms beginnt. An dem entgegengesetzten Ende bleiben sie miteinander verbunden. Nun biegen sich die beiden Spalthälften, die aber noch miteinander verbunden sind, auseinander, bilden V-förmige Gebilde und liegen dann schließlich in einer Richtung. Da man die Verbindungsstelle der beiden Tochterchromosomen nicht erkennen kann, sehen sie wie ein Chromosom aus. Das Auseinanderreißen der Tochterchromosomen in der Anaphase täuscht dann die Querteilung eines Chromosoms vor. Dieser Ansicht schließt sich auch Hall (1925) bei der Interpretierung der Mitose von *Oxyrrhis marina* und *Ceratium hirundinella* an. Auch Bèlař neigt in seiner Zusammenstellung über den „Formwechsel der Protistenkerne" zu der Annahme, daß dies der allgemeine Teilungsmodus der Peridinieen wäre.

Der krasse Gegensatz zwischen den ersten Darstellungen und der letzten liegt vor allem (was *Ceratium* betrifft) darin, daß von allen Autoren, mit Ausnahme von Hall, die Chromosomen in der Anaphase gespalten dargestellt sind. Auch Lauterborn zeichnet in der Anaphase gespaltene Chromosomen, ohne aber in seinem Text darauf einzugehen. Dieses widerspricht durchaus den Erklärungen und den Abbildungen von Hall, der gespaltene Chromosomen in der Anaphase nirgends wiedergegeben hat. Dazu sind in den Abbildungen der oben genannten Autoren die Chromosomen gänzlich gespalten wiedergegeben, ohne noch an

einem Ende irgendwie zusammenzuhängen, wie dies bei einer unipolaren Spaltung der Fall sein müßte.

Diese verschiedenen Auffassungen machten eine Nachuntersuchung der Teilung des Peridinieenkernes für die Klärung der Frage notwendig, da man die Beobachtungen der älteren Autoren, die miteinander übereinstimmen (wenn auch ihre Interpretierungen verschieden sind), nicht einfach übergehen kann.

Material und Technik

Die vorliegende Arbeit geht also dahin, den Bau des Kernes der Peridinieen und sein Verhalten während der Teilung zu untersuchen. Das Hauptobjekt für die Untersuchung ist *Glenodinium pulvisculus* STEIN (= *Peridinium pulvisculus* EHRENBERG). Es stammt aus einem Teich des Botanischen Gartens der Universität Wien.

Das Material wurde im Spätherbst und Frühwinter 1934 eingesammelt. Nach der Entnahme aus dem Teich wurde es teils sofort fixiert, teils wurde versucht, es in Kultur zu nehmen. Zu diesem Zwecke wurde es in flüssige Nährlösung und auf Agar gegeben. Verwendet wurden BENECKE-, *Volvox*- und MAINX-Lösung sowie BENECKE mit einem Zusatz von Erddekokt (0,5%). Die Konzentration des Agars zur Herstellung fester Nährböden betrug 0,5%. Das *Glenodinium*-Material stand etwas über ein halbes Jahr in Kultur. Es wurde in einem Dunkelkulturraum unter künstlicher Sonne bei einer durchschnittlichen Temperatur von 12° C aufbewahrt. Es zeigte während dieser Zeit in den flüssigen Nährböden schwaches Wachstum; ab und zu konnten Zellteilungen wahrgenommen werden. Gegen Ende dieser Zeit begannen viele Individuen vegetative Cysten zu bilden. Auf den Agarplatten war das Wachstum besser. Auf ihnen konnte das Material reingezüchtet werden, was in flüssigen Medien nicht gelang. In diesen Reinkulturen wurden einmal auch Schwärmer beobachtet. Die Schwärmerbildung selbst habe ich übersehen und die weitere Entwicklung der Schwärmer konnte ich nicht feststellen, da das Material durch einen baulichen Unfall im Laboratorium verloren ging. Es blieb mir daher nur das fixierte Material, das teils aus dem natürlichen Wasser, teils aus den Kulturen stammt.

Die hier behandelte Form stimmt mit der in PASCHERS „Süßwasserflora" von SCHILLING beschriebenen Art *Glenodinium pulvisculus* vollkommen überein. Als *Glenodinium* ist es daran kenntlich, daß sich mit Chlor-Zink-Jod eine Membran darstellen läßt. Es hat gelbbraune Farbe und zwei etwas verschieden große Körperhälften. Die Länge schwankt zwischen 20 μ und 25 μ, die Breite zwischen 18 μ und 21 μ. Auch haben die in den Kulturen aufgetretenen Dauerzellen kugelige Form und eine feste Membran. Auf Agar ändert sich die Gestalt insoferne, als sich die Zellen etwas abrunden und ihre glockenförmige Gestalt verlieren. Es dürfte diese Formänderung durch das Liegen auf dem Agar und die damit verbundene Abplattung bedingt sein, da sie, in Wasser übertragen, wieder die normale Gestalt annehmen.

Als Vergleichsobjekt wurde *Peridinium Willei* untersucht. Es stammt gleichfalls aus einem Teich des Wiener Botanischen Gartens.

Das Material wurde während der Nacht in halbstündigen Intervallen eingesammelt und sofort fixiert. Teilungen waren von 2 Uhr nachts bis 6 Uhr früh aufzufinden.

Da *Peridinium Willei* im Bau seines Ruhekernes große Übereinstimmung mit *Ceratium* aufweist, kann man es an dessen Stelle zum Vergleich mit *Glenodinium* heranziehen.

Fixiert wurde weitaus am meisten mit Sublimat-Alkohol-Eisessig (50 : 45 : 5). Dazu wurden zu Vergleichszwecken noch folgende Fixiermittel angewendet: Flemming, „Susa" und Bouin; außerdem wurden auch Osmiumdämpfe angewendet. Eine Darstellung der Basalkörner und Rhizoplasten, die durch die Schwärzung mit Osmium bei der Fixierung nach Flemming sowie bei der Anwendung von Osmiumdämpfen auftreten sollen, gelang mir nicht.

Die Kernfärbungen gelangen bei *Glenodinium* und *Peridinium* sehr leicht. Gefärbt wurde vor allem mit Eisenhämatoxylin nach Heidenhain. Man erhält damit sehr schöne Kernbilder. Geißeln und Basalkörper färben sich, im Gegensatz zu den vielen in der Literatur zu findenden Angaben, nicht. Mit Eisenhämatoxylin habe ich auch warm gefärbt (bei 40° C) und eine Beizungs- und Färbungsdauer von 10 Minuten bis zu mehreren Stunden angewendet; die Bilder waren so ziemlich die gleichen wie nach der kalten Färbung. Um zu sehen, ob das Mißlingen der Färbung des Geißelapparates am Material oder an meiner Technik gelegen ist, habe ich Chlamydomonaden und Ciliaten gefärbt, bei denen ich durchwegs klare Bilder der Geißeln und Basalkörner und, bei *Chlamydomonas*, auch eine deutliche Darstellung der Rhizoplasten erhielt.

Nach Nöller in alkoholischer Lösung gebeiztes Material gab bei Färbung mit Eisenhämatoxylin brauchbare Erfolge. Im allgemeinen ergaben Färbungen in alkoholischer Lösung die besten Geißeldarstellungen. Es dürfte dies daran liegen, daß die nachfolgende Alkoholreihe zum Entwässern in diesem Falle abgekürzt ist. Nach Färbungen in wässeriger Lösung werden sich die Geißeln und Basalkörner wahrscheinlich wieder entfärben, wenn man die Präparate durch die Alkoholreihe führt.

Weiters wurde auch Hämatoxylin nach Delafield progressiv und regressiv verwendet, welches jedoch, im Gegensatz zu den Angaben von Jollos, keine Geißeln und Basalkörner färbte. Günstig erwies sich eine kombinierte Methode: Gebeizt mit Eisenalaun, gefärbt mit Hämatoxylin nach Delafield und differenziert mit Salzsäure-Alkohol.

Zu diesen Färbungen habe ich Bordeauxrot, Eosin und Lichtgrün als Gegenfärbungen benutzt. Die Färbung mit Bordeauxrot soll, vor der Beizung mit Eisenalaun angewendet, nach Hall den gesamten Geißelapparat rot färben. Die Geißeln wurden zwar schwach sichtbar, von den anderen Teilen des Geißelapparates konnte ich aber nicht die geringsten Spuren bemerken. Eosin verhält sich gleich. Mit beiden lassen sich dagegen die Chromatophoren darstellen.

Feulgen ergibt klare und schöne Kernfärbungen. Der übrige Teil des Protoplasten bleibt gänzlich ungefärbt; das hat den Nachteil, daß es die Orientierung in der Zelle erschwert.

Die Färbung mit Gentianaviolett nach Newton ist sehr launenhaft

und gibt manchmal, aber sehr selten, gute Erfolge. Es kommen in einem und demselben Präparat alle möglichen Abstufungen von schön gefärbten bis zu ungefärbten Kernen mit ungefärbten bis schön gefärbten Geißeln vor. Die Färbung einheitlicher zu gestalten ist mir nicht gelungen.

Zur Geißeldarstellung allein wurde auch die Geißelfärbung nach LÖFFLER und PEPPLER versucht. Sie färbt die Geißeln gut, ist aber sonst für die cytologische Untersuchung ungeeignet. Die Darstellung der Geißeln und Basalkörner nach GICKLHORN mit ammoniakalischem Methylenblau ist mir nur bei einer *Cryptomonas*-Art gelungen. Außerdem wurden noch folgende Farbstoffe verwendet: Essigsäure-Karmin zu raschen Orientierungsfärbungen und Nucplascoll und Multicolor-Solution zu Simultanfärbungen. Sie ergaben aber keine kontrastreichen Bilder.

Ein Versuch mit der BIELSCHOFSKYschen Goldimprägnationsmethode zur Darstellung der Geißeln gelang nicht. Eine Darstellung der Basalkörner gelang bei *Peridinium* stellenweise mit der Nachvergoldung nach APATHY. Die von I. von GELEI angegebenen Methoden zur Darstellung der subpellikulären Elemente und der Cilien der Ciliaten, die nach seiner Angabe auch nicht bei allen Ciliaten gelingen, versagten auch bei den von mir untersuchten Formen.

Alle diese Färbungsversuche haben gezeigt, daß die in der Literatur angegebenen und bis jetzt bekannten Methoden nicht hinreichen, um bei allen Flagellaten den Geißelapparat klar und frei von subjektiven Deutungen darzustellen. Es ist mir demnach nicht gelungen, das Verhalten des Geißelapparates bei der Teilung und seine Beziehungen zum Kern festzustellen.

Glenodinium pulvisculus

Das Verhalten der Zelle und der Geißeln bei der Teilung nach Beobachtungen am lebenden Material

Die Lage der Peridinieen beim Schwimmen ist bekanntlich die, daß die Längsgeißel als „Schleppgeißel" fungiert; die Längsfurche liegt demnach in der Schwimmrichtung. Die Achse, die man in der Schwimmrichtung durch das Individuum durchlegen kann, nennt man die Längsachse. Durch die Querfurche wird die Zelle in eine vordere (apikale) und hintere (antapikale) Körperhälfte geteilt. In der vorderen Körperhälfte befindet sich der Kern.

Während der Teilung behält *Glenodinium* die Bewegung bei. Die Zellteilung beginnt an der antapikalen Körperhälfte. Abb. 1, *b* zeigt den Beginn der Zellteilung. Ist die Einschnürung am hinteren Körperende schon ziemlich weit vorgeschritten, dann zeigt sich erst an der apikalen Körperhälfte eine Einbuchtung (Abb. 1, *c*). Schon in diesem Zustand läßt sich eine Lageverschiebung deutlich erkennen, die die beiden Tochterindividuen gegeneinander ausführen. Die durch die Teilung erhaltene Lage der beiden Tochterindividuen zueinander ist höchst eigenartig. Wie Abb. 1, *d* zeigt, die das in Fig. *c* abgebildete Stadium von der Seite veranschaulicht, bilden die Längsachsen der beiden Tochterindividuen miteinander einen Winkel. Außerdem sind aber auch die Seiten, auf denen sich die Längsfurchen befinden, zueinander gekehrt (Abb. 1,

Fig. *e*, *f*, *g*). Bei dieser Stellung schreitet die Einschnürung sowohl vom apikalen als auch antapikalen Pol gegen die Zellmitte langsam fort, bis schließlich nur noch die beiden vorderen (apikalen) Körperhälften in Verbindung sind.

Die Teilung geht sehr langsam vor sich. In Abb. 1 ist in Fig. *a* ein *Glenodinium* vor der Teilung abgebildet. Die in Abb. 1 festgehaltene Teilung stammt von einem und demselben Individuum und seine Teilungsstadien sind in den Figuren *b* bis *g* wiedergegeben. Von dem Zustand in Fig. *b* bis zu dem in Fig. *e* dargestellten Stadium vergingen $1^1/_2$ Stunden. Von dem Stadium in Fig. *e* bis zu dem Stadium in Fig. *f* verging 1 Stunde.

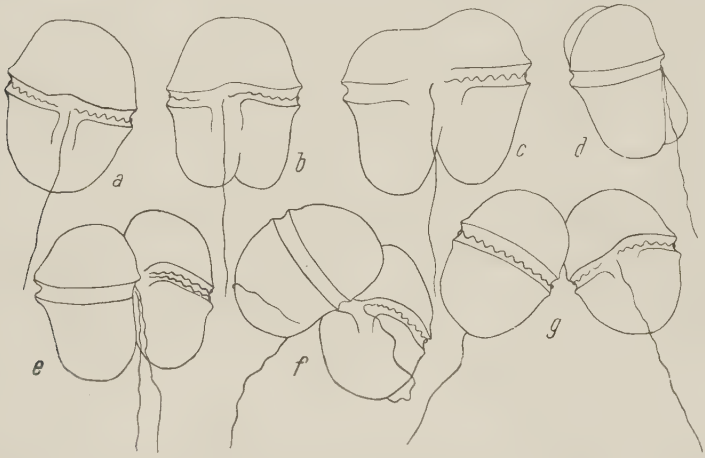

Abb. 1. *Glenodinium pulvisculus*, die Zellteilung und das Verhalten der Geißeln bei der Teilung im Leben beobachtet. Vergr. 750

Nach 10 Minuten war dann der Teilungszustand von Fig. *g* erreicht, worauf dann nach weiteren 10 Minuten die Trennung der beiden Individuen erfolgte.

Bei der Teilung der Zelle konnte ich auch das Verhalten der Geißeln beobachten. Sie beginnen erst, wenn die Teilung der Zelle schon weit vorgeschritten ist, sich an der Teilung zu beteiligen. Zunächst entfernen sich die Insertionsstellen der beiden Geißeln voneinander (Fig. *c*); das schreitet dann so weit fort, daß die beiden schon deutlich erkennbaren Tochterindividuen je eine Geißel bekommen. So hat eines die Längsgeißel, das andere die Quergeißel. Hierauf spalten sich die Geißeln. Es erhält demnach die eine Tochterhälfte zwei Längsgeißeln, die andere Tochterhälfte zwei Quergeißeln. Die jeweils neuen Geißeln werden somit nicht von der Geißelbasis aus regeneriert, sondern sie entstehen durch Spaltung der alten Geißeln. Die Spaltung beginnt bei der Insertionsstelle und schreitet allmählich gegen das Ende der Geißel fort.

Dabei bewegt sich die Geißel ununterbrochen. Dieses Stadium, in dem jetzt im ganzen vier Geißeln vorhanden sind, dauert sehr lange. Es muß vor allem die Zellteilung so weit fortgeschritten sein, daß bei jeder Zelle die Querfurchen vollkommen ausgebildet sind, bis die letzte Veränderung im Geißelapparat vor sich geht. Dann erst ordnen sich die Geißeln als neue Längs- bzw. Quergeißel an.

In dem Fall, wo sich die Quergeißel gespalten hat, schwingen zunächst beide Spaltungsprodukte in der einen Querfurche nebeneinander, wobei der Schwingungsrhythmus der beiden Geißeln etwas verschieden ist. Bei diesen geringen Schwingungsunterschieden verweilen die Geißeln lange Zeit, bis schließlich eine Geißel ihre Schwingungsart stark ändert, und zum Unterschied von der typischen Bewegung der Quergeißel (kleine und regelmäßige Schwingungen) unregelmäßig zu schwingen beginnt, wobei die Schwingungen größer und langsamer werden. Schließlich springt sie aus der Querfurche heraus und nimmt allmählich ihre Stellung als Längsgeißel ein.

Bei der Längsgeißel sind ähnliche Vorgänge bei der Spaltung und Bildung der neuen Quergeißel. Ungefähr zur selben Zeit, wo die Umbildung bei der einen Tochterzelle vor sich geht, verändert sich auch der Geißelapparat an ihrer Schwesterzelle. Die eine Spalthälfte der Längsgeißel legt sich an den Zellkörper an, dreht sich um 90 Grad und während sie ihre Schwingungsart ändert, springt sie in die Querfurche ein.

Zusammenfassend kann man also sagen: Bei der Zellteilung werden auch die Geißeln durch Längsspaltung auf die doppelte Zahl vermehrt. Von den schon erkennbaren Tochterhälften der Zelle hat die eine davon zwei Längsgeißeln, die andere zwei Quergeißeln. Eine bildet sich zur jeweils fehlenden um. Diese Beobachtung stimmt auch mit den Angaben von HALL überein, die er über das Verhalten des Geißelapparates bei der Teilung von *Ceratium* und *Oxyrrhis* macht. Er gibt an, daß sich bei der Teilung zuerst das Centrosom teilt und die beiden Basalkörner auseinanderweichen. Das entspricht dem Auseinanderweichen der Quer- und Längsgeißel bei unserem *Glenodinium*. Hierauf teilt sich jedes Basalkorn. Damit geht die Spaltung der Geißeln parallel.

Daraus, daß jedes Tochterindividuum anfangs nur eine Geißel erhält und aus dieser einen die beiden verschieden aussehenden und für die Peridinieen charakteristischen Geißeln entstehen, geht hervor, daß sie einander vollkommen homolog sind. Die verschiedene Orientierung und Schwingungsart muß wohl als eine sekundäre, durch den Furchenbau bedingte Erscheinung angesehen werden.

Im folgenden soll nun die Kernteilung von *Glenodinium pulvisculus* geschildert werden.

Der Ruhekern

Gleich beim Einsammeln des Materials, nach Orientierungsfärbungen mit Essigsäure-Karmin, fiel es mir auf, daß viele Zellen „zweikernig" aussahen. Anfangs war ich der Meinung, daß es sich hier um Teilungsstadien, und zwar um Telophasen handeln könnte. Das außerordentlich häufige Auftreten dieser Stadien brachte mich aber von dieser Anschauung wieder ab und das Auffinden wirklicher Telophasen, die anders aussehen, ließ nur den Schluß zu, daß es sich bei diesen Stadien um eine besondere Ausbildungsweise der Ruhekerne handle (vgl. Abb. 2). Als wichtigstes Unterscheidungsmerkmal ergab sich dabei das Aussehen der Chromosomen, die im Ruhekern vollkommen gleichmäßig färbbar sind und glatte Konturen aufweisen*, während sie in der Telophase ein perlschnurartiges Aussehen haben. Auch ist in den ersten Stadien der Telophase noch kein Nukleolus vorhanden. Weiters ist in der Telophase die Zellteilung bereits ziemlich vorgeschritten und auf alle Fälle deutlich bemerkbar. Die Zellen jedoch, in welchen die interkinetischen Chromosomen in zwei meist ungleich große Kernbezirke aufgeteilt erscheinen, zeigen keine Spur einer Zellteilung, in den erwähnten Kernen sind die Chromosomen glatt konturiert und außerdem ist auch ein Nukleolus stets nachweisbar.

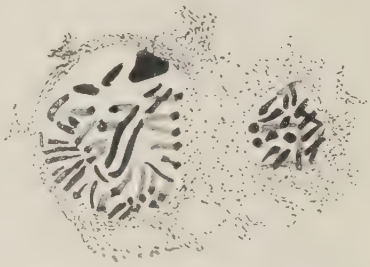

Abb. 2. *Glenodinium pulvisculus*, Ruhekern bei dem das Chromatin in zwei Gruppen aufgeteilt ist. Vergr. 4000

Ruhekerne mit der üblichen diffusen Verteilung der chromatischen Substanz habe ich bei *Glenodinium* überhaupt nicht gesehen. Sie haben vielmehr ein ganz anderes Aussehen, als es im allgemeinen bei den Protisten der Fall ist. Zum Unterschied von ihnen ist bei *Glenodinium* das Chromatin immer in Form von Schleifen und Stäbchen ausgebildet, die teils dichter, teils lockerer liegen, manchmal wirr durcheinander, manchmal mehr oder weniger parallel angeordnet; darnach schwankt auch die Größe des Kernes. Die sehr häufige, aber nicht regelmäßig vorkommende Verteilung des Chromatins in zwei ungleich große Gruppen in der ruhenden Zelle zeigt sich bei allen angewendeten Fixierungsmethoden, namentlich auch bei Feulgen, so daß es sich hier sicher nicht um das Produkt einer schlechten Fixierung handeln kann. Die Bedeutung dieser ungewöhnlichen Erscheinung bleibt allerdings trotzdem noch unklar.

Die chromosomenartigen Differenzierungen des Ruhekernes sind

* Wie später noch gezeigt wird, persistieren hier die Chromosomen während der Interkinese.

entweder kurz und stäbchenförmig, oder aber sie erreichen eine beträchtliche Länge und sind mehr oder minder gebogen und ineinander verschlungen. Sie sind meistenteils ziemlich dick und erscheinen vollkommen einheitlich, ohne eine geringste Struktur oder eine charakteristische Konturierung erkennen zu lassen. Es ergibt sich nun die Frage, ob man sie als Chromosomen ansprechen kann oder ob sie als Chromomeren betrachtet werden müssen. Ich neige zur ersten Ansicht. Als Chromosomen müssen sie zwei Bedingungen erfüllen: Sie müssen Zahlenkonstanz aufweisen und während des ganzen Teilungsvorganges als solche erhalten bleiben. Die Zahlenkonstanz läßt sich wegen der für eine Zählung ungünstigen Lage nur sehr schwer feststellen. Die durchschnittliche Zahl, die ich durch meine Zählungen erhielt, ist ungefähr 60. Die Abweichungen von diesem Mittelwert sind verhältnismäßig gering, das Maximum beträgt 5. Auf Grund dieser geringen Abweichungen kann man vielleicht eine gleichbleibende Zahl annehmen. Viel wichtiger ist aber das Verhalten dieser Gebilde während der Teilung. Sie liegen dabei wesentlich dichter als im Ruhekern, wodurch eine Zählung unmöglich wird. Es sind aber dem Anscheine nach keineswegs weniger als im Ruhekern. Für ihre Konstanz spricht jedoch vor allem, daß sie bis in die Metaphase zu verfolgen sind. Die Chromosomen der Teilungsstadien unterscheiden sich nämlich von den chromatischen Strukturen des Ruhekernes durch ihre perlschnurartige Gestalt; daher sind die kompakten, für den Ruhekern typischen Chromatinelemente, die sich nicht so selten in den Metaphasen vereinzelt finden lassen, deutlich zu erkennen. Man findet sogar Übergänge in dem Aussehen an einem Chromosom, indem es gegen das eine Ende zu kompakt, gegen das andere Ende perlschnurartig ausgebildet ist. Die Chromatinelemente des Ruhekernes entsprechen demnach den Chromosomen, zumal man auch beim Übergang in die Metaphase keine Vorgänge bemerkt, die auf eine Änderung ihrer Zahl schließen lassen.

Diese Form des Ruhekernes erscheint im ersten Augenblick befremdlich. Bei einer Durchsicht der Literatur ergibt sich aber, daß diese Kernform bei den Peridinieen ziemlich verbreitet sein dürfte. So bildet Bělař in seinem Buch über den Formwechsel der Protistenkerne einen ähnlichen Ruhekern mit stäbchenförmigem Chromatin von *Dinophysis* ab. Nach Dogiel haben bei *Gymnodinium spirale* die Chromatinelemente das Aussehen langer paralleler Fäden, die in der achromatischen Grundsubstanz liegen. Hall hat sowohl bei *Oxyrrhis* als auch bei *Ceratium* Chromosomen im Ruhekern dargestellt, die aber ein perlschnurartiges Aussehen haben. Auch schreibt Fritsch über den Ruhekern der Peridinieen: „The nucleus is generally large and conspicous, the outher nucleus either containing numerous fine granules or commonly exhibiting numerous very fine tangled moniliform threads containing the chromatin;

the latter type is especially distintive of many of the *Dinoflagellata*." Ebenso bildet auch Geitler in seinem Grundriß der Cytologie einen Kern von *Peridinium* mit stäbchenförmigen Strukturen ab, die er als interkinetische Chromosomen deutet.

Ähnliche Bilder, wie sie hier der Ruhekern zeigt, hat auch Entz von *Gymnodinium* abgebildet. Er betrachtet jedoch diese Stadien nicht als Ruhekerne, sondern er hält, indem er den bei den Protisten üblichen Kerntypus annimmt, diese Ausbildungen für Teilungsstadien; er gibt deren zwei an, je nachdem, ob das Chromatin in langen Schleifen oder in kürzeren Stäbchen angeordnet ist. Es dürfte sich aber, nach den Abbildungen zu schließen, auch bei diesem *Gymnodinium Zachariasi* um Ruhekerne gehandelt haben.

Bei symbiontischen Peridinieen (Zooxanthellen) und bei parasitischen Formen werden manchmal Ruhekerne ausgebildet; in sehr teilungsreichen Zeiten wird aber die Ausbildung der typischen Ruhekerne übersprungen. Bei dem von mir untersuchten *Glenodinium* handelt es sich aber kaum um ein Überspringen der Ruhekerne, da die Teilungsstadien in dem untersuchten Material sehr selten waren; dann hat auch die Untersuchung der Kerne der Cysten ergeben, daß in ihnen genau so wie in den Kernen der schwimmenden Formen das Chromatin stäbchenartig ausdifferenziert ist.

Eine weitere Eigentümlichkeit der Chromosomen im Ruhekern ist hier noch zu erwähnen, auf die aber erst später näher eingegangen wird. Es liegen nämlich in sehr vielen Fällen im Ruhekern die Chromosomen gepaart. Manchmal ist dies deutlich der Fall, manchmal ist dies verschwommener. Abb. 3, *b* zeigt ein deutliches Bild davon. Die Anordnung der Chromosomen zu Paaren sieht hier einer Spaltung sehr ähnlich. In Abb. 3, *c* ist ein Kern dargestellt, in dem diese Paarung noch angenommen werden kann, aber nicht so klar in die Augen fällt. Die gleiche Anordnung der Chromosomen bemerkt man auch in dem neu gebildeten Ruhekern (Abb. 3, *n*).

Der Kern besitzt keine Membran oder ähnliche gegen das Cytoplasma abgrenzende Struktur. Es scheinen die Schleifen frei im Plasma zu liegen. Die Zahl der Nukleolen beträgt 1 oder 2. Im Ruhekern färben sie sich mit Hämatoxylin nach Delafield schlecht. Hämatoxylin nach Heidenhain färbt sie immer tief schwarz. Bei der Teilung des Kernes teilt sich auch der Nukleolus. Man kann aber seine Teilungsstadien nicht ununterbrochen verfolgen, da seine Fähigkeit sich färben zu lassen gegen die Anaphase zu allmählich abnimmt. In der Anaphase selbst läßt sich der Nukleolus nicht sichtbar machen. Erst in der späten Telophase tritt er wieder deutlich in Erscheinung.

Aus dem oben Gesagten geht hervor, daß die schleifenförmige Anordnung des Chromatins, die auch schon bei anderen Peridinieen wieder-

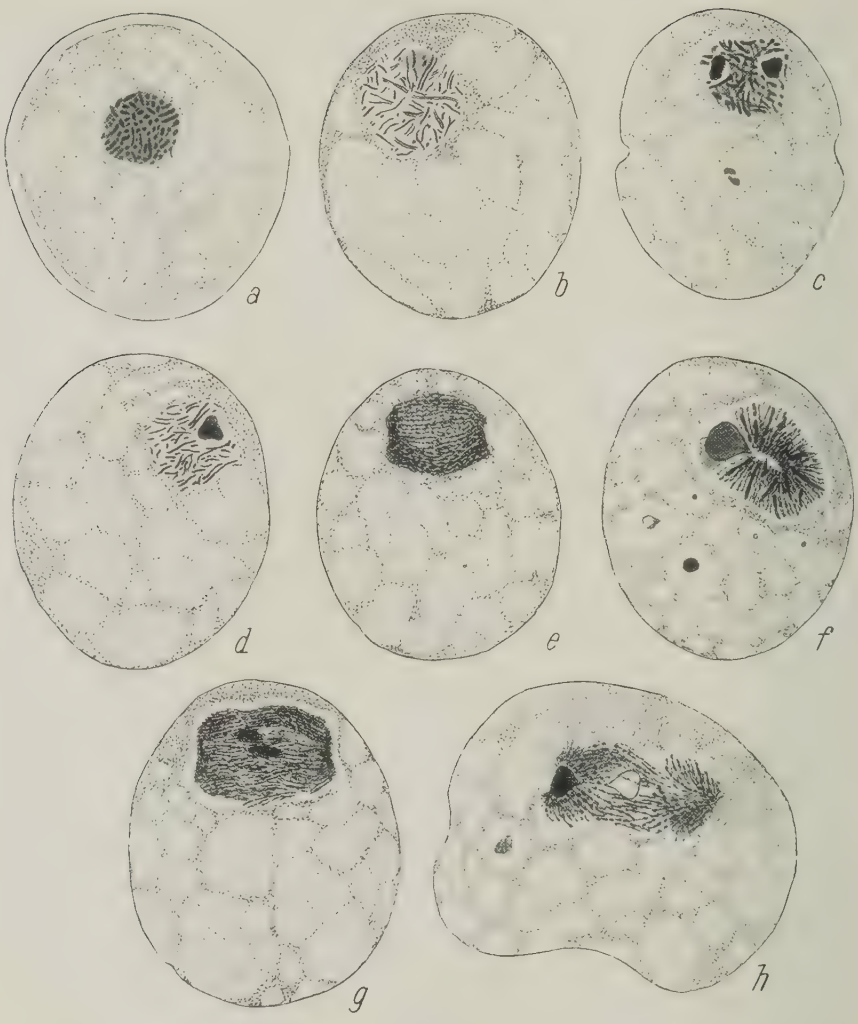

Abb. 3 A. *Glenodinium pulvisculus*

a Cyste; *b* Zelle knapp nach der Teilung; *c* typische Interphase; *d* Übergang zur Metaphase; *e* Metaphase; *f* Polansicht der Metaphase; *g* frühe Anaphase; *h* frühe Anaphase; zu sehen ist die Teilung des Nukleolus und das Aneinandervorbeischieben der Chromosomen. Sämtliche Figuren sind bei 1600facher Vergrößerung wiedergegeben. Fixierung: Sublimat-Alkohol-Eisessig. Färbung: *a, c, d, f, h* mit Eisenhämatoxylin, *b, e, g* nach NÖLLER

holt beobachtet wurde, bei *Glenodinium pulvisculus* besonders deutlich ausgebildet ist. Diese Art der Ausbildungsweise des Ruhekernes dürfte für die Dinoflagellaten charakteristisch, jedoch nicht überall mit dieser Deutlichkeit sichtbar sein.

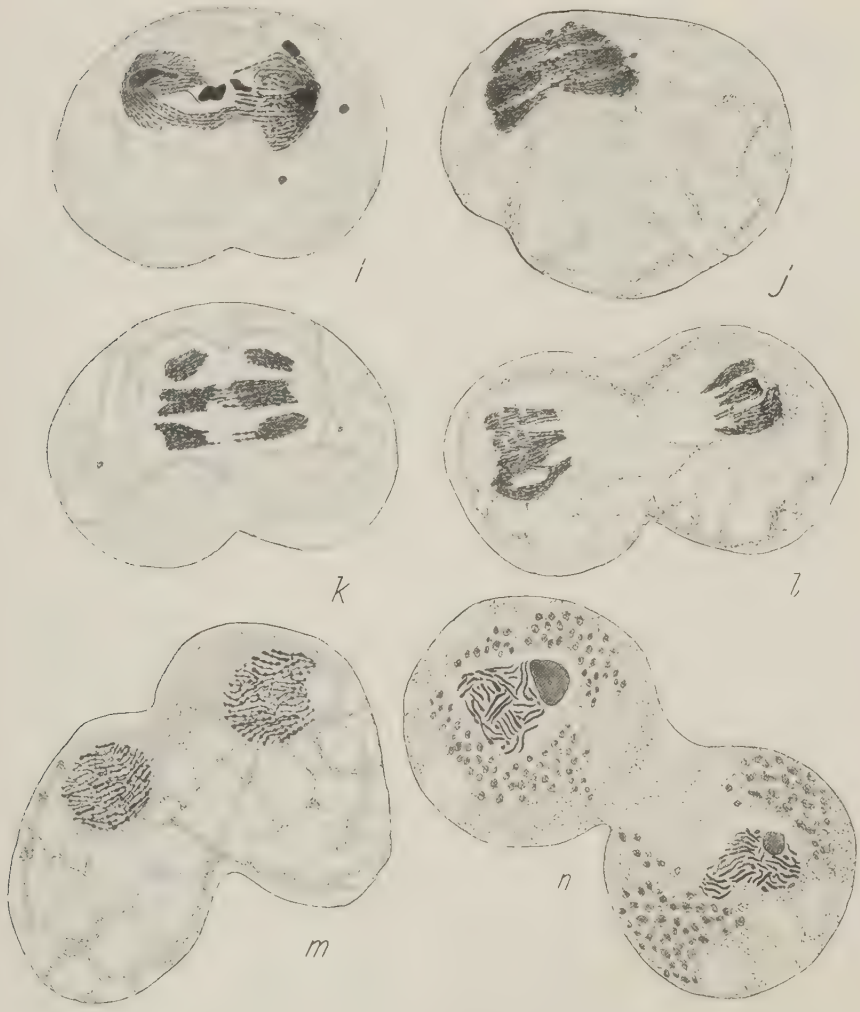

Abb. 3B. *Glenodinium pulvisculus*

i Anaphase, Zerfall des Nukleolus; *j* Anaphase mit Gruppenbildung; *k* Anaphase mit Gruppenbildung; *l* frühe Telophase, Spaltung der Chromosomen; *m* Telophase, parallele Anordnung der Chromosomen; *n* Telophase; Auftreten des Nukleolus. Chromatophoren sind angedeutet. Sämtliche Figuren sind bei 1600facher Vergrößerung wiedergegeben. Fixierung: Sublimat-Alkohol-Eisessig. Färbung: *j*, *l* mit Eisenhämatoxylin, *i*, *k*, *m* nach NÖLLER, *n* nach NEWTON

Prophase und Metaphase

Wie schon oben erwähnt, verändern die Chromosomen zu Beginn der Kernteilung ihre Gestalt. Die verhältnismäßig dicken und vollkommen gleichmäßig aussehenden Chromatinelemente werden wesent-

lich dünner. Es entstehen so die bei den Peridinieen oft beschriebenen perlschnurartigen Chromosomen. Oftmals bleiben einzelne dicke Chromatinfäden des Ruhekernes längere Zeit erhalten, die dann sehr deutlich unter den dünnen perlschnurartigen Chromosomen hervortreten.

Neben der Veränderung der Gestalt der Chromosomen ist für die ersten Teilungsstadien auch noch die Veränderung ihrer Lage charakteristisch. Es ordnen sich die Chromosomen allmählich in einer Richtung an, bis schließlich alle parallel liegen. Diese Umlagerung der Chromosomen aus ihrer Lage im Ruhekern zur parallelen Anordnung geht allmählich und direkt vor sich. Ein Auftreten eines Knäuelstadiums, wie es bei einigen Peridinieen auch schon beobachtet wurde, habe ich niemals bemerkt. Das Fehlen eines Knäuelstadiums und die allmähliche Umlagerung bestätigt sich dadurch, daß alle Übergangsstadien vom typischen Ruhekern bis zur parallelen Anordnung der Chromosomen in den Präparaten aufzufinden waren. Die Chromosomenanordnung zu einem Bündel mit paralleler Lagerung wird allgemein in der Literatur bei den Peridinieen als „Äquatorialplatte" bezeichnet. Somit zeigt bei *Glenodinium pulvisculus* erst die Metaphase einen deutlichen Unterschied gegenüber dem Ruhekern. Eine Prophase, in der sich die Chromosomen aus dem Karyoplasma herausdifferenzieren, besteht hier nicht. Es dürfte das daran gelegen sein, daß hier im Ruhekern die individualisierten Chromosomen bestehen bleiben, so daß das sonst übliche Prophasestadium unterbleibt. Man kann somit annehmen, daß hier die Chromosomen auch während der Interkinese in Bereitschaft stehen. Was die Spaltung der Chromosomen betrifft, die allgemein in der Prophase angenommen wird, so habe ich dergleichen hier nicht beobachtet. Dafür bleibt die paarige Anordnung der Chromosomen, die schon im Ruhekern vorhanden ist, auch hier erhalten. Sie wird zwar einigermaßen durch die parallele Lagerung der Chromosomen undeutlich, ist aber immerhin an vielen Stellen noch deutlich zu erkennen.

Die Chromosomen, die ein Paar bilden, sind vollständig voneinander getrennt und hängen nicht an einem Ende miteinander zusammen, wie es nach dem Teilungsmodus von *Syndinium* der Fall sein müßte. Diese unipolare Spaltung, wie sie auch HALL für *Ceratium* und *Oxyrrhis* annimmt, kommt bei *Glenodinium* nicht vor. Auch fehlen alle die V-förmigen Bilder, die durch das Auseinanderweichen von Chromosomen-Spalthälften entstehen sollen, die an einem Ende zusammenhängen. Solche Bilder werden oftmals in den Ruhekernen von *Glenodinium pulvisculus* vorgetäuscht, wenn in dem Gewirr von Chromosomen zufällig zwei Chromosomen mit ihren Enden übereinander zu liegen kommen. Es liegen aber in diesen Fällen die Chromosomen ziemlich locker, so daß es leicht zu unterscheiden ist, ob es sich um getrennte oder um mit ihren Enden verbundene Chromosomen handelt. Die Spaltung der Chromo-

somen von *Glenodinium* geht also auf keinen Fall nach dem Typus von *Syndinium* vor sich. Auch hat es allein auf Grund der Beobachtung dieser Phasen und auf Grund ihres Vergleiches mit dem Ruhekern den Anschein, daß die Spaltung der Chromosomen hier nicht auftritt, bzw. nicht sichtbar wird. Die Prophasechromosomen gehen vielmehr im homogenen, ungespaltenen Zustand in die „Äquatorialplatte" ein.

Diese sogenannte Äquatorialplatte ist alles andere eher als eine „Platte". Wie die Polansicht zeigt (Abb. 3, *f*), sind die Chromosomen zu einem hufeisenförmigen Gebilde angeordnet, an dessen offener Seite der Nukleolus gelegen ist. Schräge Ansichten haben ergeben, daß die Breite dieses Reifens durch die Krümmung der Chromosomen bedingt ist. Demnach sind die Chromosomen in der Metaphase ringförmig angeordnet, schwach gekrümmt und liegen in der Richtung der Achse, die durch die Teilungspole gelegt werden kann. Es tritt somit eine deutliche Polarität der Chromosomen in Erscheinung.

Anaphase

In der frühen Anaphase beginnt sich die Kernfigur mit den parallel gelagerten Chromosomen in die Länge zu ziehen. Abb. 3, *g* zeigt ein Stadium, in dem die Chromosomen schon auseinander zu weichen beginnen. Die ganze Chromosomenmasse zieht sich dann weit auseinander, bis sich schließlich schon zwei Gruppen erkennen lassen. Sind bei der Kernteilung schon die beiden Tochterhälften deutlich zu erkennen, so beginnt in jeder Kernhälfte allmählich sich eine Anordnung der Chromosomen in vier Bündel auszubilden, die sich sehr deutlich voneinander abgrenzen (vgl. Abb. 3, *k*, *l*). In der Telophase geht diese Gruppenbildung allmählich wieder zurück.

Centriolen und Spindeln habe ich bei der Teilung nicht beobachtet. In der Abb. 3, *l*, sind einige fädige Strukturen zwischen den beiden Tochterkernen zu sehen. Ich habe aber diese Strukturen für irgendwelche durch die Fixierung zufällig entstandene Plasmastrukturen gehalten, zumal ich sie nur ein einzigesmal beobachtet habe. Das Verhalten der Nukleolen bei der Teilung wurde schon in großen Zügen erwähnt. Sie teilen sich anfangs mit. Dabei werden sie zunächst langgestreckt, dann hantelförmig und schnüren sich in der Mitte schließlich ganz durch. In Abb. 3, *h* ist ein Nukleolus knapp nach der Teilung wiedergegeben. Die beiden Teilungshälften sind noch an den Stellen, wo sie miteinander verbunden waren, in Spitzen ausgezogen. Die eine Teilhälfte ist verblaßt. Hier sieht man, daß die Nukleolen im Verlaufe der Kernteilung ihre Färbbarkeit einbüßen, wodurch es unmöglich wird, sie weiter zu verfolgen. In der späten Telophase lassen sie sich wieder färben, und zwar anfangs nur schwach, später aber stärker. Genau so allmählich, wie die Färbbarkeit vor der Anaphase abgenommen hat, nimmt sie in der späten

Telophase wieder zu. Erst nach Beendigung der Kernteilung ist die Färbbarkeit der Nukleolen wieder normal.

Das Verhalten der Chromosomen der Peridinieen in der Anaphase hat bei den bisherigen Untersuchungen die meisten Meinungsverschiedenheiten ergeben. In der älteren Literatur wurde allgemein die Ansicht vertreten, daß sich die Chromosomen vor dem Auseinanderweichen querteilen. Diese Querteilung wurde daraus geschlossen, daß man die Chromosomen in jenen Stadien der Anaphase, in denen schon zwei Kernhälften zu erkennen waren, in der Längsrichtung der Teilungsfigur hintereinander liegen sah. Da diese Bilder von der üblichen Art des Auseinanderweichens der Chromosomen bei den Metazoen und Metaphyten und auch bei den Protisten stark abwichen, hat man sie nicht anders als eben durch die Annahme einer Querteilung zu erklären gewußt. Da aber eine Querteilung der Chromosomen allen Anschauungen über den Chromosomenbau widersprechen würde, so suchte man ihr aus dem Wege zu gehen. HALL nahm daher ein Verhalten der Chromosomen nach dem Typus von *Syndinium* an und erklärte die Querteilung als eine verkappte Längsteilung, bei der die noch an einem Ende miteinander verbundenen Tochterchromosomen schließlich auseinanderreißen. Die dichte Lage und außerordentlich große Zahl der Chromosomen bei *Ceratium*, das für die HALLschen Untersuchungen ausschließlich verwendet wurde, ist für die Klärung dieser Frage nicht sehr günstig. Da *Glenodinium pulvisculus* eine wesentlich geringere Zahl von Chromosomen besitzt, ist es hier leichter, das Verhalten der Chromosomen zu erkennen. An günstigen Stellen, von denen einige abgebildet sind (Abb. 3, *h*, *i*, *j*, *k*), ist zu sehen, daß sich die Chromosomen bei ihrer polaren Wanderung aneinander vorbeischieben und auf diese Art an die beiden Pole der Teilungsfigur gelangen. Diese Meinung habe ich auf Grund der Bilder gewonnen, in denen die Chromosomen parallel gelagert sind, aber nur teilweise einander überdecken oder besser gesagt, bei paralleler Lage gegeneinander ein Stück verschoben sind. Da eine Querteilung der Chromosomen sehr unwahrscheinlich ist und da ich auch keine Bilder gefunden habe, die auf eine Spaltungsart nach dem *Syndinium*-Typus schließen lassen, scheint mir auf Grund dieser auffallenden Chromosomenstellungen das Auseinanderweichen der Chromosomen in der Art, daß sie aneinander vorbeigleiten, am wahrscheinlichsten. Nachdem sich nun die Chromosomen aneinander vorbeigeschoben haben, bilden sie, in vier Gruppen angeordnet, den Tochterkern. Eine ähnliche Gruppenbildung ist bei den Peridinieen öfters beobachtet worden.

Vom Auseinanderweichen der Tochterchromosomen bis zu dieser Gruppenbildung in der späten Anaphase ist bei *Glenodinium* keine Spaltung der Chromosomen zu beobachten im Gegensatz zu den Angaben von BORGERT und ENTZ bei *Ceratium*. Die Spaltung tritt bei meinem Objekt vielmehr erst in der Telophase in Erscheinung.

Telophase

Sind die beiden Kernhälften genügend weit auseinandergewichen, so beginnen die durch die Chromosomen gebildeten Gruppen undeutlicher zu werden, die Chromosomenbündel vereinigen sich langsam wieder. Zu dieser Zeit ist aber, wie oben erwähnt, die Spaltung der Chromosomen deutlich zu erkennen. Es ist dies die einzige Stelle während der ganzen Teilung, wo man eine Spaltung der Chromosomen auftreten sieht. Daraus ergibt sich auch der schon erwähnte Umstand, daß von der Interkinese bis zur frühen Anaphase eine paarige Anordnung der Chromatinstäbchen wahrzunehmen ist. Der paarige Verlauf der Chromatiden während der Metaphase könnte den Eindruck einer vielleicht schon im Zeitpunkt der Prophase erfolgten Längsspaltung erwecken. Diese Deutung steht jedoch im Widerspruch mit meinen Beobachtungen. Wenn die Chromosomen in der Anaphase an die Teilungspole wandern, sind sie einfach, von einer Paarung ist nichts zu sehen. Dagegen treten hier in der Telophase plötzlich gespaltene Chromosomen deutlich auf. Die Spaltung der in der Anaphase auseinandergeglittenen Chromatiden ist somit schon in der Telophase für den nächsten Teilungsschritt vorweggenommen.

Die weitere Entwicklung der Telophase zeigt in großen Zügen wieder Bilder der früheren Teilungsstadien in rückläufigem Sinne. Zunächst geht die Gruppenanordnung der Chromosomen ganz verloren und sie bilden bei paralleler Anordnung ein einziges Bündel. Es ist das ein ähnliches Bild, wie es auch die Metaphase zeigt. Dann wird der Nukleolus wieder sichtbar und die Chromosomen nehmen wieder den für den Ruhekern charakteristischen Habitus an und verlieren ihre parallele Lagerung. Dabei zeigen sie aber die durch die telophasische Längsspaltung bedingte Paarung, die noch im Ruhekern mehr oder minder deutlich sichtbar bleibt. Diese Chromosomenpaarung betrachte ich somit als die Folge der Chromosomenspaltung in der Telophase. Es sind demnach die chromatischen Elemente, die den Ruhekern aufbauen, Chromosomenspalthälften. Daß die Deutlichkeit des paarigen Verlaufes dieser Chromatiden im Ruhekern schwankt, ist mit seinem Alter zu begründen. Hat man nämlich Stadien vor sich, die die Teilung erst knapp hinter sich haben, so wird der parallele Verlauf der Spalthälften viel deutlicher auftreten als in Ruhekernen, die die Teilung schon länger hinter sich haben.

Zusammenfassung

Aus dem Vorhergegangenen ergibt sich also folgendes Bild über den Kernbau und die Kernteilung bei *Glenodinium pulvisculus*:

Im Ruhekern ist das Chromatin in Form von ± paarig angeordneten Stäbchen und Schleifen vorhanden, die als Chromatiden zu betrachten sind. Von ihnen liegen daher immer je zwei einander mehr

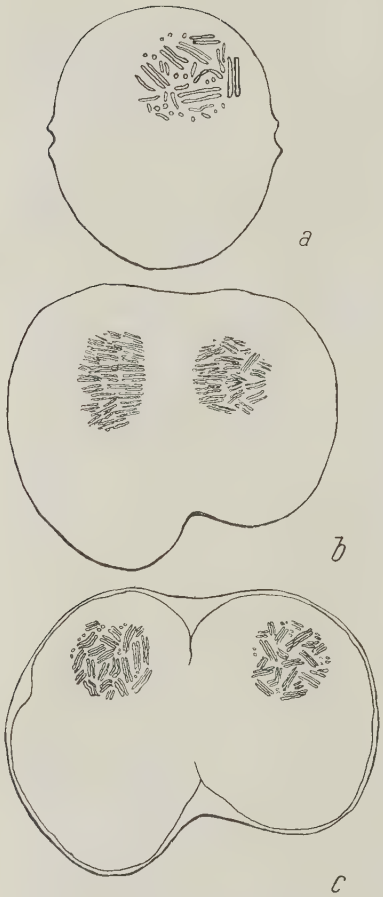

Abb. 4. *Glenodinium pulvisculus*. Kernteilungsstadien nach dem Leben gezeichnet *a* Ruhekern, *b*, *c* Telophasen. Vergr. 1350

oder minder deutlich parallel. Die Schwankung der Deutlichkeit dieser parallelen Anordnung steht im Zusammenhang mit dem Alter des Ruhekernes.

Diese Ausbildung des Ruhekernes ist auch in der lebenden Zelle zu erkennen (Abb. 4, *a*). Während der Mitose ordnen sich alle Chromatiden parallel zueinander in der Längsachse der Teilungsfigur an, wobei sie auch ein perlschnurartiges Aussehen erhalten. In dieser parallelen Lage liegen die Chromatiden in der Metaphase ringförmig angeordnet. Das zu den beiden Polen gerichtete Auseinanderweichen in der Anaphase geschieht in der Art, daß sie sich aneinander vorbeischieben (Abb. 5, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*). Die Anaphase, in der die auseinandergewichenen chromatischen Elemente schon in zwei Gruppen angeordnet sind, ist die einzige Stelle, in der die Chromosomen einfach, d. h. nicht in Chromatidenpaaren angeordnet, erscheinen (Abb. 5, *h*). Dann erfolgt in der frühen Telophase die Spaltung der Chromosomen.

Es ist also die einzige Stelle, wo die für *Glenodinium pulvisculus* typische Chromosomenzahl vorhanden ist, die Anaphase knapp nach dem Auseinanderweichen der Chromatiden.

Die gespaltenen Chromosomen in der

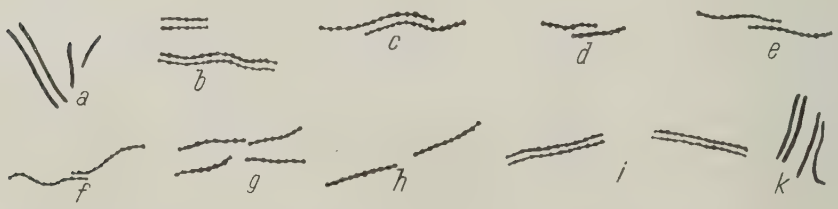

Abb. 5. *Glenodinium pulvisculus*. Das Verhalten der Chromosomen bei der Teilung *a* Interphase; *b* Metaphase; *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h* Anaphase; *i* frühe Telophase; *k* späte Telophase

Telophase konnte ich auch am lebenden Material beobachten (Abb. 4, *b*, *c*).

Die in der Telophase gespaltenen Chromosomen bleiben dann während der Interphase als mehr oder weniger deutlich paarig angeordnete Stäbchen erhalten, die den Ruhekern ausfüllen. Diese somit individualisiert verbleibenden Spalthälften weichen erst in der nächsten Anaphase auseinander. Es liegt hier offenbar ein Fall morphogenetischer Kontinuität der Chromosomen mit frühzeitiger Längsspaltung in der Telophase vor.

Die Kernteilung von *Peridinium Willei*

Der Ruhekern

Der Ruhekern hat bei *Peridinium Willei* eine konstante Eigenform; er hat nierenförmige Gestalt, wobei in der Mitte seines unteren Randes in einer Einbuchtung der Nukleolus liegt. Eine Kernmembran ist mir auch hier nicht aufgefallen. Das Chromatin ist im Ruhekern in Form kleiner Kügelchen gleichmäßig verteilt, die meist in Reihen oder in Form von perlschnurartigen Fäden angeordnet sind (Abb. 6, *a*, *b*). Ob nur Kügelchen oder aber auch perlschnurartige Elemente in Erscheinung treten, hängt von der Art der Differenzierung ab. Stark differenzierte Kerne zeigen nur Kügelchen, schwach differenzierte Kerne aber vorherrschend fädige Strukturen. Man könnte also auf Grund dessen annehmen, daß die Chromosomen auch hier während des Ruhestadiums nicht ihre Individualität aufgeben, sondern vielmehr so wie bei *Glenodinium* erhalten bleiben. Ihre Färbbarkeit ist aber in dem Ruhestadium eine andere als in den Teilungsstadien. Dadurch, daß sich nur bestimmte Teile der Chromosomen während der Interphase wesentlich stärker färben, kommt das körnige Aussehen zustande.

Eine fädige Struktur des Ruhekernes beschreibt auch Borgert bei *Ceratium tripos* und *Ceratium fusus*. Ähnliches gibt auch Hall *für Ceratium hirundinella* an. Es zeigt sich also hier eine ähnliche Tendenz, wie sie bei *Glenodinium* stark ausgeprägt ist, nämlich die Tendenz der Erhaltung der Chromosomen während des Ruhestadiums des Kernes.

Prophase und Metaphase

Zu Beginn der Teilung sind alle Chromosomen perlschnurartig ausgebildet. Alle legen sich dabei parallel zueinander. Den Spiremstadien entsprechende Bilder, die von anderen Autoren öfters gefunden wurden und die auch bei Hall angegeben sind, habe ich zwar gefunden, jedoch halte ich sie für die oben besprochenen schwach differenzierten Ruhekerne. Die gespaltenen Chromosomen, die in den Spiremstadien beobachtet wurden, kommen nach meinen Beobachtungen schon im Ruhekern

vor. Meiner Meinung nach schließt sich an den Ruhekern sofort das Stadium der parallel gelagerten Chromosomen. In diesem, als Äquatorialplatte beschriebenen Stadium sind auch hier ebenso wie bei *Glenodinium* die Chromosomen ringförmig angeordnet. Dies ergibt sich aus der Polansicht der Metaphase (Abb. 6, *d*).

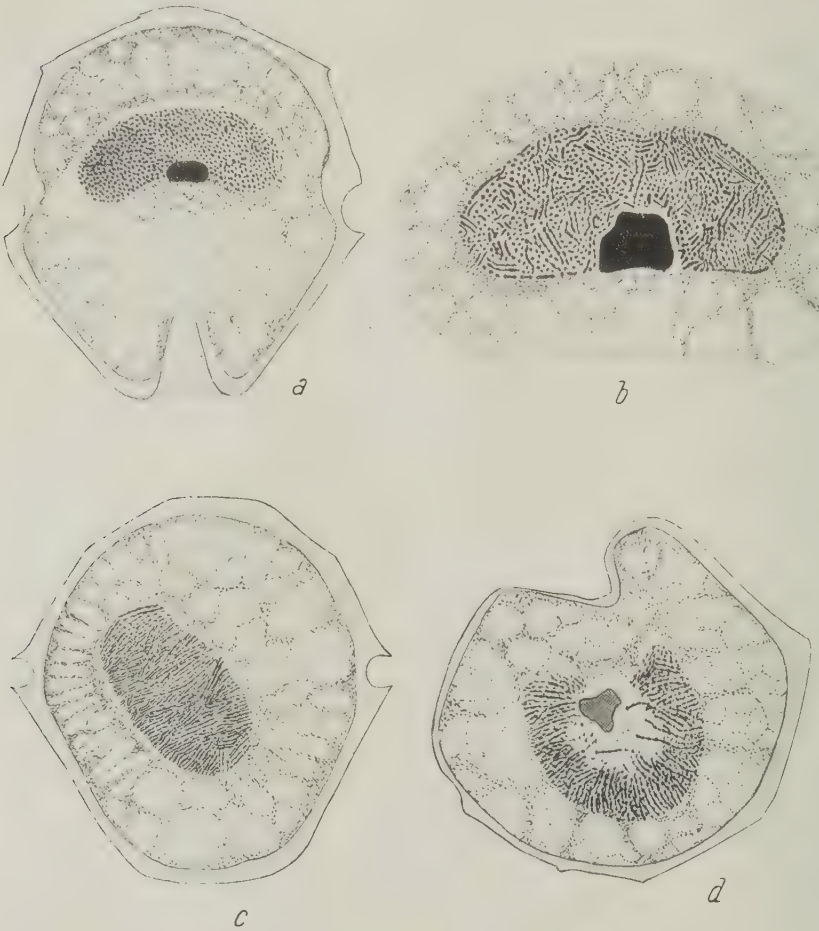

Abb. 6 A. *Peridinium Willei*

a Zelle mit ruhendem Kern, stark differenziert; *b* Ruhekern schwach differenziert; *c* Metaphase; *d* Polansicht der Metaphase. Die Figuren *a*, *c*, *d* sind bei 1100 facher Vergrößerung, die Figur *b* bei 1700 facher Vergrößerung wiedergegeben. Fixierung: Sublimat-Alkohol-Eisessig. Färbung: Beizung mit Eisenalaun, Färbung mit Hämatoxylin, Differenzierung mit Salzsäure-Alkohol

Es ist die Bezeichnung Äquatorialplatte nicht im wahren Sinne des Wortes zu nehmen, sondern es soll mit dieser Bezeichnung nur angedeutet werden, daß dieses Stadium zeitlich der Äquatorialplatte der Meta-

phyten und Metazoen entspricht, insofern, als sie vor dem Auseinanderweichen der Chromosomen ausgebildet wird.

Bei *Peridinium* tritt ebenso wie bei *Glenodinium* keine Verkürzung

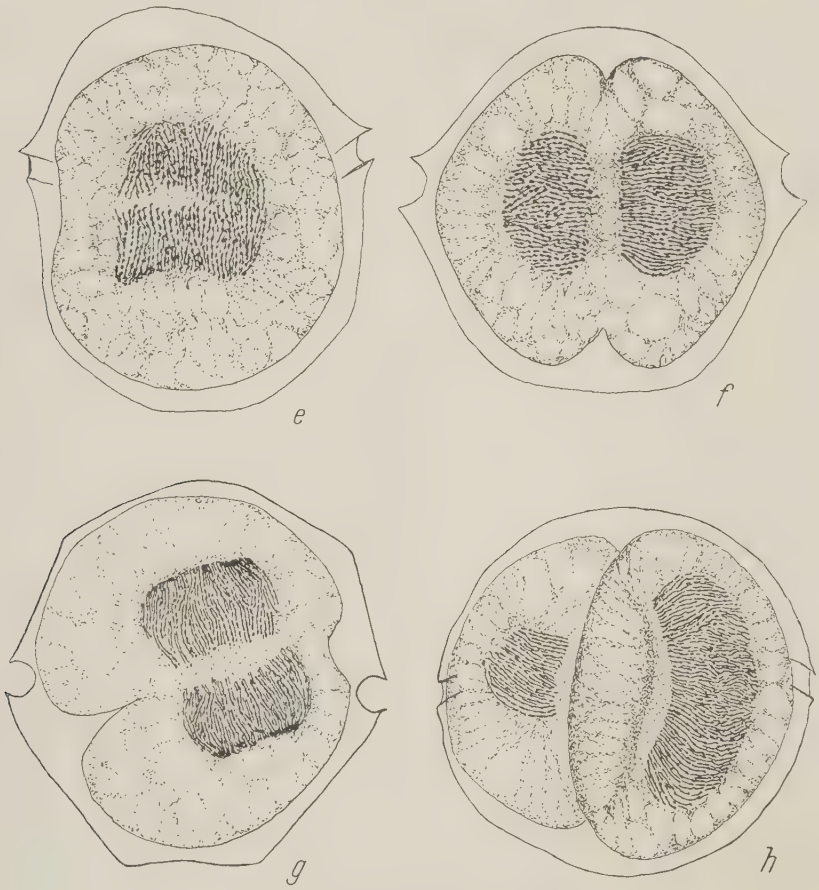

Abb. 6 B. *Peridinium Willei*

e frühe Anaphase; *f* Anaphase; *g* Übergang zur Telophase, gespaltene Chromosomen; *h* Telophase, gegenseitige Verlagerung der Protoplasten. Sämtliche Figuren sind bei 1100facher Vergrößerung wiedergegeben. Fixierung und Färbung wie bei Abb. 6 A

der Chromosomen während der Teilungsstadien ein, wie dies sonst allgemein der Fall zu sein pflegt.

Anaphase

Das Auseinanderweichen der Chromosomen kann bei *Peridinium Willei* wegen ihrer großen Anzahl nicht deutlich verfolgt werden. Einzel-

heiten sind schwer zu erkennen. Jedenfalls machen die Teilungsbilder nicht den Eindruck einer Querspaltung der Chromosomen; es scheint vielmehr, daß sich auch hier, ebenso wie bei *Glenodinium*, die Chromosomen aneinander vorbeischieben. Indem so die Chromosomen auseinanderweichen (Abb. 6, *e*), bilden sich zwei junge Tochterkerne, in denen alle Chromosomen parallel liegen (Abb. 6, *f*).

Erst im nächsten Stadium (Abb. 6, *g*) tritt wie bei *Glenodinium* die Spaltung der Chromosomen deutlich in Erscheinung. Ich konnte also ebenso wie BORGERT und ENTZ gespaltene Chromosomen in den späten Teilungsstadien beobachten. Es treten aber zum Unterschied von ihren Angaben die gespaltenen Chromosomen erst später auf und nicht, wie die beiden Autoren schreiben, schon in der frühen Anaphase. Dieser Gegensatz beruht vielleicht einerseits darauf, daß bei *Ceratium*, welches die beiden Autoren beobachtet haben, die Spaltung gegen die Anaphase zu verschoben sein kann und daß daher das Stadium der ungespaltenen Chromosomen äußerst kurz und leicht zu übersehen ist. Anderseits dürfte auch die Untersuchung des Kernes bei *Ceratium* wegen der großen Chromosomenzahl, die bei ihm angegeben ist, großen Schwierigkeiten begegnen. Besonders die Art des Auseinanderweichens der Chromosomen ist unter diesen Bedingungen nicht leicht zu erkennen. So klare Chromosomenbilder wie bei *Glenodinium pulvisculus* kann man auch bei *Peridinium Willei* nicht erhalten; die Verhältnisse bei *Peridinium* und *Ceratium* dürften in dieser Hinsicht ähnlich sein.

Der Protoplast löst sich bei der Teilung von der Membran los, ist in ihr beweglich und dreht sich während der Teilung in ihr.

Der Nukleolus ist, wie aus Abb. 6, *d* ersichtlich, in der Metaphase noch erhalten und wird dann in der Anaphase unsichtbar um erst in der späten Telophase wieder aufzutreten.

Telophase

In der Telophase wird der Kern wieder breiter und erhält so allmählich die Gestalt, die für ihn im Ruhezustand charakteristisch ist. Dabei sind alle Chromosomen gespalten und zunächst noch in paralleler Anordnung. Dann ändert sich die Färbbarkeit des Kernes, so daß neben den Chromatiden auch Kügelchen auftreten. Es herrschen hier wieder in der Physiognomie des Zellkernes, je nach der Differenzierungsart, entweder die Kügelchen oder die Chromatidenfäden vor. Nach dem Auftreten des Nukleolus ist dann wieder der typische Ruhekern gebildet.

Der Protoplast von *Peridinium Willei* zeigt bei der Teilung das gleiche Verhalten wie der Protoplast von *Glenodinium pulvisculus*. Es schreitet nämlich die Einschnürung auf einer Seite rascher fort als auf der anderen und die Protoplasten liegen auch hier vor dem Abschluß der Teilung zueinander verlagert (Abb. 6, *g*, *h*).

Zusammenfassung

Über Kernbau und Kernteilung von *Peridinium Willei* ergibt sich demnach folgendes Bild:

1. Im Ruhekern ist das Chromatin in Fäden angeordnet. Je nach der Differenzierungsart sind alle Übergänge von Kügelchenreihen zu Fäden aufzufinden.

2. Im Ruhekern liegen von den Chromatinfäden (Chromatiden) immer je zwei zueinander parallel.

3. Die Chromatinfäden des Ruhekernes bleiben während des ganzen Teilungsvorganges erhalten.

4. In der Anaphase weichen die Chromosomen auseinander. Eine Querspaltung habe ich nicht beobachtet. Es schieben sich vielmehr auch hier, ebenso wie bei *Glenodinium*, die Chromosomen aneinander vorbei.

5. Nachdem die Chromosomen auseinandergewichen sind und zwei Gruppen gebildet haben, sind sie in diesem Stadium einzeln und nicht gepaart.

6. In der frühen Telophase erfolgt die Längsspaltung der Chromosomen.

7. Die Spalthälften der Chromosomen bleiben bis zur nächsten Anaphase als solche erhalten. Im Ruhekern handelt es sich also um Chromatiden. Es gilt daher für *Peridinium Willei* das gleiche Chromosomenschema wie für *Glenodinium pulvisculus*.

Schlußbetrachtung

Abschließend möchte ich kurz die Ergebnisse der Untersuchung mit den derzeitigen Ansichten über die Kernteilung vergleichen und in Übereinstimmung bringen. Eine Ausbildungsweise des Ruhekernes, wie ich sie bei den von mir untersuchten Formen vorfand, ist, wie schon oben beschrieben, bereits bei Peridinieen beobachtet worden. Auch ist man mit dem Gedanken des Erhaltenbleibens der Chromosomen während der Interphase bereits vertraut. Ein solches Verhalten bezeichnet man als Heterochromasie. Die von mir untersuchten Formen zeigen demnach einen extremen Fall von Heterochromasie.

Neuer erscheint jedoch die Beobachtung, daß die Längsspaltung der Chromosomen bereits in der Telophase erfolgt, das Auseinanderweichen aber erst in der darauffolgenden Anaphase stattfindet, daß also die Längsspaltung in der vorangehenden Zellteilung antizipiert wird. Dazu ist zu sagen, daß nach Geitler die übliche prophasische Spaltung der Chromosomen „nur ein Deutlichwerden einer bereits in der vorausgehenden Anaphase vollzogenen Chromonemaspaltung ist". Nach Geitler ist es sehr wahrscheinlich, daß jedes Anaphasechromosom

aus einer Doppelschraube besteht. Demnach überdauern auch die Kernruhe nicht einfache Chromonemata, sondern je zwei. Daß aber auch, wie in diesem Falle, nicht bloß die Chromonemata, sondern die Chromosomen während der vorausgehenden Kernteilung gespalten werden, ist auch in manch anderen Fällen wahrscheinlich, zumal manchmal heterochromatische Chromosomen im Ruhekern deutlich längsgespalten sind. Somit steht meine Beobachtung nicht für sich allein da und auch in keinem Widerspruch zu den neueren Ansichten über das Verhalten der Chromosomen bei der Kernteilung.

Die Art des Auseinanderweichens der Chromosomen, nämlich daß sie in der Anaphase aneinander vorbeigleiten, ist dadurch zu erklären, daß ja die Chromatinfäden in der Metaphase sowohl einander parallel, als auch parallel zu der Teilungsachse gelagert sind. Außerdem liegen sie ziemlich dicht aneinander. Nimmt man nun Spindelfasern an, obwohl sie nicht sichtbar sind, die vielleicht polar, vielleicht in der Mitte der Chromatiden ansetzen, so ist wegen der dichten Lagerung der Chromatiden und wegen ihrer parallelen Lage zur Teilungsachse das Auseinanderweichen in Form des Aneinandervorbeigleitens verständlich. Etwaige leichte Knickungen an der Ansatzstelle der Spindelfasern können wegen der dichten Lagerung der Chromatiden leicht übersehen werden. Auch steht hier der allgemeinen Annahme eines Stemmkörpers nichts im Wege, da der Spindelraum hohl ist. Im übrigen ist die Mechanik der Mitose derzeit noch nicht ganz geklärt und die von mir untersuchten Objekte geben für eine Stellungnahme zu dieser Frage wenig Möglichkeit.

Zum Schluß möchte ich noch Herrn Prof. Dr. Bruno Schussnig, unter dessen Anleitung ich die Arbeit in den Jahren 1934 und 1935 ausgeführt habe, herzlichen Dank sagen.

Botanisches Institut der Universität in Wien.

Schriftenverzeichnis

Blanc H., Note sur le *Ceratium hirundinella* O. J. Müller. Sa Variabilité et son mode de reproduction. Bull. Soc. Vaudoise Sci. Nat., v. 20, 1885.

Bělař K., Formwechsel der Protistenkerne. Jena, 1926.

Borgert A., Kern- und Zellteilung bei marinen *Ceratium*-Arten. Arch. f. Protkde., Bd. 20, Heft 1, 1910.

Chatton E., Les Peridiniens parasites. Archives de Zoologie expérimentale et générale. Paris 1919.

Dogiel V., Beiträge zur Kenntnis der Peridinieen. Mitteilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel, Bd. 18, Heft 1, 1906.

Entz G., Über ein Süßwasser-*Gymnodinium*. Archiv f. Protkde., Bd. 29, 1913.

— Organisationsverhältnisse einiger Peridinieen. Mat.-Nat. Ber. aus Ungarn, Bd. 25, 1909.

— Über die mitotische Teilung von *Ceratium hirundinella*. Arch. Protkde., Bd. 43, 1921.

Entz G., Beiträge zur Kenntnis der Peridinieen. Zur Morphologie und Biologie von *Peridinium Borgei.* Arch. Protkde., Bd. 56, 1926.
Fritsch F. E., Structure and reproduction of the *Algae.* Cambridge 1935.
Gelei I. v., Eine mikrotechnische Studie über die Färbung der subpellikulären Elemente der Ciliaten. Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie u. f. mikroskopische Technik, Bd. 54, 1934.
Geitler L., Grundriß der Cytologie. Berlin 1934.
Hall R., Mitosis in *Ceratium hirundinella.* Univ. Calif. Publ. Zool., vol. 28, 1925.
— Binary fission of *Oxyrrhis marina.* Univ. Calif. Publ. Zool., vol. 20, 1925.
Jollos V., Dinoflagellatenstudien. Arch. f. Protkde., Bd. 19, 1910.
Lauterborn R., Protozoenstudien. Kern- und Zellteilung von *Ceratium hirundinella.* Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 59, Heft 2, 1895.
Pascher A., Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Heft 2 und Heft 3, 1913.
— Über Flagellaten und Algen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 32, 1914.
Schilling A. J., Die Süßwasserperidinieen. Flora 1891.

Getreidefunde von Wels in Oberösterreich aus der Zeit zwischen 200 und 400 n. Chr. Geb.

Von

Heinrich Ludwig Werneck-Willingrain (Linz a. D., Oberösterreich)

(Mit 1 Textabbildung)

Im Februar 1935 wurde der Verfasser durch die Freundlichkeit des Herrn Stadtrates Ferdinand Wiesinger, Leiter und Begründer des Stadtmuseums Wels, auf zwei Getreidefunde im dortigen Museum aufmerksam gemacht, welche bei den Grabungen im Jahre 1934 in der ehemaligen Römerstadt Ovilava an das Tageslicht gefördert wurden. Diese Funde werden in die Zeit von 200 bis 400 n. Chr., während welcher das Land von den Römern besetzt war, verlegt und sind deswegen von ganz besonderem Interesse, weil sie uns wertvolle Nachrichten bringen über die in der damaligen Landwirtschaft gebauten Getreidearten, dann auch über die älteste Art der Aufbewahrung von Getreide in Form eines Getreidespeichers der damaligen Zeit. Die beiden Funde, die am Museum Wels unter Zahl 12374 und unter Zahl 13304 eingetragen sind, sollen vom botanisch-landwirtschaftlichen Standpunkt aus einer kurzen Besprechung unterzogen werden.

I. Beim Fund Inv.-Nr. 12374 handelt es sich um Brandreste von verschiedenen Weizen-(*Triticum*-)Arten mit Unkräutern; sie wurden bei der Grundaushebung zum Seitentrakt des Mädchenrealgymnasiums der Kongregation der Schulschwestern an der Franz-Salvator-Straße im Jahre 1934 aufgefunden. Dabei wurde im Erdreich eine Holzwand angeschnitten, aus der die Körner herausliefen. Die Grabungsstelle gehörte vermutlich zu Wirtschaftsanlagen eines großen öffentlichen Bades, das anschließend aufgedeckt wurde, und heute unter dem Haupttrakt der Schule liegt. (Angaben nach Ferdinand Wiesinger.)

Die botanisch-landwirtschaftliche Untersuchung einer Durchschnittsprobe hatte das in Tabelle 1 dargestellte Ergebnis.

Ganze Ähren oder Teile davon, auch Spelzen waren nicht vorhanden; die Bestimmung der einzelnen Körner gestaltete sich darum oft sehr schwierig. Zweifelhafte Körner wurden Herrn Professor Dr. K. Neu-

Tabelle 1

	Gewichts-%	Zähl-%
1. *Triticum vulgare* Vill., ganze Körner	6,3 g = 53,9%	Stück: 466 = 76,1%
2. *Triticum vulgare* Vill., Bruchstücke	1,2 g = 10,3%	
3. *Triticum compactum* Host, ganze Körner	1,1 g = 9,4%	Stück: 102 = 16,7%
4. Zweifelhafte Körner, in der Form zwischen *Trit. vulg.* und *Trit. comp.* stehend	0,4 g = 3,4%	Stück: 26 = 4,2%
5. *Triticum diccoccum* Schrank, ganze Körner	0,3 g = 2,5%	Stück: 18 = 3,0%
6. Unkräuter	0,2 g = 1,7%	
davon: *Bromus secalinus* L. 30 Stück		
Vicia hirsuta L. 2 „		
7. Zerbrochene, schwer bestimmbare Körner	2,2 g = 18,8%	
8. Holzteilchen		
9. Ziegelsteinchen, Mörtel		

weiler (Zürich-Oerlikon), dem bekannten Erforscher der Urgeschichte unserer Kulturpflanzen, zur Bestimmung und Nachprüfung übersandt, welcher sich dieser Mühe gerne unterzog. Ich sage ihm auch an dieser Stelle herzlichsten Dank.

Aus dieser Untersuchung ergeben sich für den Weizenbau der damaligen Landwirtschaft einige recht bemerkenswerte Schlüsse. Hinter der angeschnittenen Holzwand waren drei verschiedene Weizenarten aufbewahrt in einem Mengenverhältnis, wie es die Tabelle aufzeigt. Ob diese Getreidearten auch in dem gleichen Verhältnis in der damaligen Zeit in der Umgebung von Wels gebaut wurden, läßt sich selbstverständlich nicht mit Sicherheit angeben. Wichtig ist weiter die Feststellung, daß neben dem gemeinen Weizen (*Triticum vulgare*), welcher auch heute noch hier gebaut wird, auch der Igelweizen (*Triticum compactum*) in Kultur stand. Der Igelweizen ist heute in Oberösterreich überhaupt ausgestorben und findet sich nur noch in einzelnen höher gelegenen Teilen des benachbarten Landes Salzburg (Mayr 1). *Triticum compactum* ist weiter aus den Mondseer Pfahlbauten nachgewiesen, von welchen der Verfasser im Landesmuseum Linz einige Ähren sicher bestimmen konnte (Werneck 5, S. 358). Ganz besonders wichtig ist aber der Nachweis von *Triticum dicoccum* Host, Emmer oder Zweikorn. Dieses Getreide ist heute nicht mehr im Lande vorhanden, wohl aber nachgewiesen in den Pfahlbauten und den meisten bronzezeitlichen Siedlungen der Schweiz (Neuweiler 2). Dieser Fund stellt den bisher ältesten Nachweis für den

Emmer in Oberösterreich dar. Auch die vorgefundenen Unkräuter, die Roggentrespe und die rauhhaarige Wicke, sind die bisher ältesten Nachweise für Oberösterreich. Sie stellen für die heutige Landwirtschaft noch genau dieselbe Plage dar wie damals.

II. Beim Fund Inv.-Nr. 13304 handelt es sich um Brandreste von Gerste mit Roggenkörnern und Unkräutern. Er stammt aus einem kleinen, aus Heizziegeln erbauten „Silo" nächst einem römischen Kasernengebäude, das in der Charwat-Straße im Jahre 1934 freigelegt wurde. Eine ausführliche Skizze und ein Lageplan liegt bei (Abb. 1), entworfen von Herrn Studienrat KARL WOLF, Gymnasialprofessor in Wels, dem an dieser Stelle herzlichster Dank gesagt sei. Ganz besonders wichtig ist der aufgedeckte Vorratsspeicher, welcher, um die gute Durchlüftung des Getreides zu gewährleisten, mit Heizziegeln (Tubuli) aufgebaut war und eine Länge von rund 2 m bei einer Breite von 1,4 m aufwies. Dieser Bau erweist sich wohl als bisher ältester Speicher dieser Art in Oberösterreich, vielleicht in ganz Österreich.

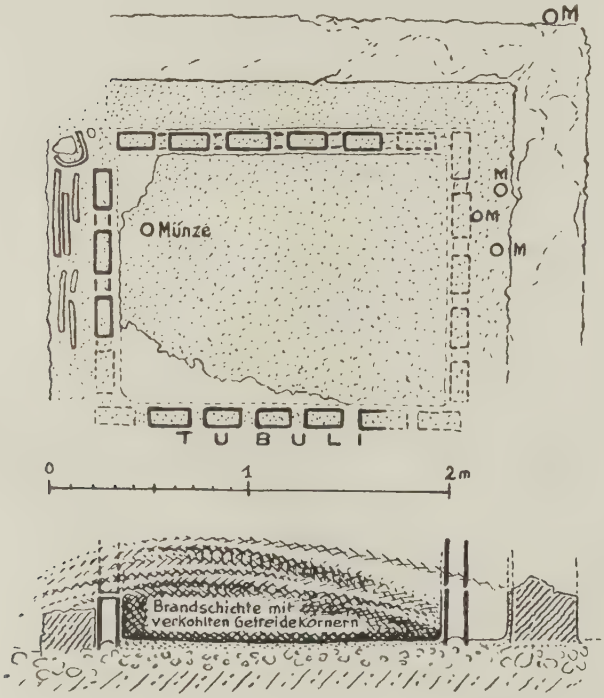

Abb. 1. Römischer Getreidespeicher aus Wels in Oberösterreich

Die botanisch-landwirtschaftliche Untersuchung einer Durchschnittsprobe hatte das in Tabelle 2 dargestellte Ergebnis.

Ähren oder Teile solcher waren nicht vorhanden, somit handelt es sich auch hier um gedroschene Marktware. Der Hauptanteil besteht, wie aus der Tabelle 2 ersichtlich, aus den Körnern der vierzeiligen Gerste (*Hordeum tetrastichum* L.) mit der bezeichnenden, etwas gedrehten Kornform. Ein kleinerer Anteil von Körnern zeigt diese Drehung nicht und gehört darum zu jenen Reihen der vierzeiligen Gerste, die paarweise nicht ineinandergerückt sind. Es ist aber auch möglich, daß diese

Tabelle 2

	Gewichts-%	Zähl-%
1. *Hordeum tetrastichum* L., ganze Körner	7,7 g = 44,0%	Stück: 665 = 66%
2. *Hordeum tetrastichum* L., Bruchkörner	2,6 g = 14,9%	
3. *Hordeum tetrastichum* L., Siebabfall (kleiner als 1,7 mm und größer als 1,1 mm)	0,7 g = 4,0%	Stück: 105 = 10%
4. *Hordeum tetrastichum* L.? (Neuweiler) oder *distichum*? (Wernеck)	2,0 g = 11,4%	Stück: 136 = 14%
5. *Hordeum tetrastichum* L.? (Neuweiler), besonders langkörnige Type	0,2 g = 1,1%	Stück: 21 = 2%
6. *Secale cereale*, ganze Körner	0,6 g = 3,5%	Stück: 80 = 8%
Secale cereale, Bruchkörner	0,2 g = 1,1%	
7. *Triticum vulgare* (1 St. *dicocc.*)	0,1 g = 0,6%	Stück: 2 = 0%
8. Unkräuter	0,1 g = 0,6%	
davon:		
Bromus secalinus L. 19 Stück		
Galium Mollugo L. 2 „		
Rumex acetosella L. 3 „		
Vicia hirsuta L. 2 „		
9. Brandgrus aus zerfallenen Körnern	3,3 g = 18,8%	
10. Ziegelteilchen, Mörtel, Holzteilchen		

vollen, bauchigen Körner vom Braugerstentypus zu einer zweizeiligen Gerste (*Hordeum distichum* L.) gehören. Der Gesamtanteil der vierzeiligen Gerstenkörner beträgt gewichtsmäßig rund 75,4%.

Die vorgefundenen Roggenkörner gehören einer besonders langstifteligen Type an, wie sie jetzt im Lande nicht mehr vorkommt. Dieser Fund ist bisher auch der älteste Nachweis von Roggen im Lande Oberösterreich.

Die Unkräuter: Nachgewiesen wird die Roggentrespe (*Bromus secalinus* L.), der Gauchampfer (*Rumex acetosella* L.), das gemeine Labkraut (*Galium Mollugo* L.) und die rauhhaarige Wicke (*Vicia hirsuta* L.), welche alle auch heute allgemein in unserer Handelsware vorkommen. Auffallend ist nach der Tabelle der geringe Anteil des Hintergetreides (4%) und der äußerst geringe Anteil von Unkräutern, welche Tatsachen auch einer mit den besten Maschinen ausgestatteten, neuzeitlichen Putzerei alle Ehre machen würden. Dabei ist nicht zu vergessen, daß unsere Putzereien zwar heute mit $2^1/_1$-mm-Sieben bei Gersten arbeiten, die hier vorliegende Probe aber durch den Brand einen größeren Schrumpfungsvorgang durchgemacht hat, wodurch die Korngröße verringert wurde.

Der in einer ausgezeichneten Skizze vorliegende Speicher (Silo) reicht nach seiner Größe gerade für den Gebrauch einer mehrköpfigen Familie aus und dürfte zu einem Privatbesitz gehören. Die vierzeilige Gerste besitzt heute in Oberösterreich nur mehr ein sehr kleines Verbreitungsgebiet; sie wird nur noch in den höheren Lagen des Mühlviertels, des Sauwaldes, um den Attersee und in den südlichen Gebirgstälern gebaut und auch da nur mehr vermischt mit der zweizeiligen Gerste. Ein anderer Fund von vierzeiliger Gerste aus der römischen Siedlung im Stadtmuseum zu Enns, der von Dr. Josef Schicker (Mauer-Öhling) für die Zeit um 200 bis 300 n. Chr. angesetzt wird, besteht gleichfalls ausschließlich aus vierzeiliger Gerste, ein Brandklumpen von herrlicher Erhaltung (Werneck 5, S. 358). Dort wird auch ein Brandklumpen von sehr kleinkörnigem Leinsamen aus dem nordischen Kulturkreis aus derselben Zeit verwahrt.

Die nachgewiesenen Kulturpflanzen stammen wahrscheinlich aus dem Kulturbesitz der auch zur Zeit der römischen Besetzung hier siedelnden keltisch-illyrischen Bevölkerung, da die vierzeilige Gerste und der Igelweizen schon in der frühen Hallstätter Zeit (Hallstatt) und in den Pfahlbauten (Mondsee) aufscheinen. Zusammenfassend sind also in den oben beschriebenen Funden vertreten: der gemeine Weizen (*Triticum vulgare*); der Igelweizen (*Triticum compactum*); der Emmer (*Triticum dicoccum*); der Winterroggen (*Secale cereale*); die vierzeilige Gerste; einige Unkräuter. Von den wichtigsten Getreidearten fehlt aus dieser Zeit bisher bloß der Hafer in Oberösterreich; möglicherweise wurde in unserem Gebiete der Sandhafer (*Avena strigosa* Schrank) gebaut, welcher vom Verfasser im ganzen Gebiete nördlich der Donau (Mühlviertel) gefunden wurde (Werneck 5, S. 287).

Herrn Stadtrat F. Wiesinger (Wels), dessen freundliches Entgegenkommen dem Verfasser die vorliegende Studie ermöglicht hat, sei an dieser Stelle der herzlichste Dank gesagt.

Schriftenverzeichnis

1 **Mayr E.,** Die Getreide-Landsorten und der Getreidebau im Salzachtale und seinen Nebentälern. Forschungsbericht der Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung. Wien, 1928.

2 **Neuweiler E.,** Nachträge urgeschichtlicher Pflanzen. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich, LXXX, 1935.

3 **Neuweiler E.,** Die Pflanzenreste aus dem spätbronzezeitlichen Pfahlbau „Sumpf" bei Zug. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich, LXXVI, 1931.

4 **Neuweiler E.,** Die Pflanzenwelt in der jüngeren Stein- und Bronzezeit der Schweiz. Ein Überblick nach den Funden aus den Pfahlbauten. Mitt. der Antiquar. Gesellsch. Zürich, 1924.

5 **Werneck H. L.,** Die naturgesetzlichen Grundlagen der Land- und Forstwirtschaft in Oberösterreich. Jahrbuch des oberösterreichischen Museal-vereines, 86. Bd. Linz, 1935.

Besprechungen

Appel O., Handbuch der Pflanzenkrankheiten, begründet von P. Sorauer. In sechs Bänden herausgegeben von O. Appel. Sechster Band: **Pflanzenschutz.** Verhütung und Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten. Herausgegeben von O. Appel. 1. Lieferung (S. 1—288). Gr. 8°. Berlin: P. Parey, 1937. — RM 16,20.

Über neu erschienene Auflagen und Bände des „Handbuches der Pflanzenkrankheiten" wurde in dieser Zeitschrift wiederholt berichtet (vgl. insbes. Bd. 77, 1928, S. 307, Bd. 81, 1932, S. 228/229 und Bd. 83, 1934, S. 63/64 u. 154). Gegenwärtig liegen von der sechsbändigen Ausgabe fertig vor: Bd. I 1 und I 2, Die nichtparasitären und Virus-Krankheiten, in sechster Auflage (erschienen 1933 bzw. 1934), Bd. II und III, Die pflanzlichen Parasiten, in fünfter Auflage (erschienen 1928 bzw. 1932), Bd. IV und V, Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen, in vierter Auflage (erschienen 1925 bzw. 1932). Der seit langer Zeit in Aussicht gestellte Band VI, „Pflanzenschutz", beginnt soeben in erster Auflage zu erscheinen. Die außerordentlich große wirtschaftliche Bedeutung, die der Schutz unserer Kulturpflanzen gegen Krankheiten und Schädlinge aller Art in zunehmendem Maße erlangt hat, macht das Erscheinen eines zusammenfassenden Werkes über diesen Gegenstand dringend wünschenswert. Während die übrigen Bände des Handbuches der Pflanzenkrankheiten hauptsächlich der naturwissenschaftlichen Behandlung der Pflanzenkrankheiten und ihrer Erreger gewidmet sind, soll nun der sechste Band die praktische Seite der Verhütung und Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten zum Gegenstand haben. Dieser sechste Band wird in vier Lieferungen von ungefähr je 18 Bogen erscheinen. Die vorliegende erste Lieferung hat folgenden Inhalt: I. Die wirtschaftliche Bedeutung des Pflanzenschutzes, von H. Morstatt (S. 1—25). II. Die Aufgaben des Pflanzenschutzes. 1. Die Verhütung des Auftretens von Pflanzenkrankheiten und -schädlingen (Hygiene), von H. Braun, H. Thiem und E. Riehm (S. 26 bis 283). 2. Die Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten und -schädlinge. A. Physikalische Maßnahmen (ab S. 283). Die weiteren Lieferungen sollen enthalten: den Schluß der physikalischen Maßnahmen, die chemischen Maßnahmen (deren Mittel, einschließlich ihrer Kontrolle und der Methoden ihrer Prüfung) und die biologischen Bekämpfungsmaßnahmen, ferner III. Die technischen Mittel des Pflanzenschutzes (Beizapparate, Spritzapparate, Verstäubeapparate, sonstige Geräte), IV. Die Bewertung des Saat- und Pflanzgutes, V. Die Züchtung immuner Sorten, VI. Der Pflanzenschutzdienst, VII. Die Pflanzenschutzgesetzgebung, VIII. Die Pflanzenschutzliteratur.

E. Janchen (Wien)

Dezimal-Klassifikation. Deutsche Gesamtausgabe, bearbeitet vom Deutschen Normenausschuß. Dritte internationale Ausgabe der Dezimalklassifikation. Berlin: Beuth-Verlag. 1. Lieferung (S. 1—148): 1934; 2. Lieferung (S. 149—308): 1935; 3. Lieferung (S. 309—556): 1937.

Grundgedanke und Haupteinteilung der Dezimalklassifikation (DK) stammen von dem amerikanischen Bibliothekar Melvil Dewey, der im Jahre 1876 die von ihm geleiteten Bibliotheken nach seinem System organisierte. Im Jahre 1895 übernahm das Internationale Bibliographische Institut in Brüssel die Deweysche Einteilung und baute sie weiter aus. Als

Frucht dieser Arbeit erschien 1905 die erste Ausgabe, 1927—1933 die zweite Ausgabe der „Classification Décimale Universelle". Die im Erscheinen begriffene erste deutsche Ausgabe ist zugleich die dritte internationale Ausgabe. Sie umfaßt etwa 70000 Begriffe, um 7000 mehr als die zweite Ausgabe. Die Dezimalklassifikation, die in erster Linie für Bibliothekszwecke geschaffen wurde, aber auch für die verschiedensten anderen Ordnungsarbeiten sowie als internationales Verständigungsmittel verwendet werden kann, ist eine nach dem Grundsatz der Zehnerteilung ausgebaute systematische Einteilung des gesamten menschlichen Wissens. Wo bei der Einteilung eines Begriffes die Zehnerteilung nicht ausreicht, kann eine Hunderterteilung benutzt werden. Jede weitere Unterteilung eines Begriffes wird durch Anhängung entsprechender Ziffern zum Ausdruck gebracht. Je enger also ein Begriff ist, desto länger ist seine DK-Zahl. Die DK-Zahlen sind als Dezimalbrüche aufzufassen; am Beginn ist „0·" zu denken. — Die erste Lieferung des vorliegenden Werkes enthält die Einleitung, die „Hilfstafeln" (S. 11—86), aus denen noch verschiedene Zeichen, Anhängezahlen und Regeln über die Bildung der DK-Zahlen zu entnehmen sind, ferner die Abteilungen 0 „Allgemeines" (S. 87—108), 1 „Philosophie" und 2 „Religion". Die zweite Lieferung enthält Abt. 3 „Sozialwissenschaften, Recht, Verwaltung" und Abt. 4 „Philologie, Sprachwissenschaften". Die dritte Lieferung enthält Abt. 5 „Mathematik, Naturwissenschaften". In dieser Abteilung findet man 56 Paläontologie, 57 Biologische Wissenschaften, 58 Botanik, 59 Zoologie. Die Botanik ist gegliedert in 581 Allgemeine Botanik und 582 systematische Botanik. Innerhalb letzterer ist auf Grundlage von Engler-Diels, Syllabus der Pflanzenfamilien, Ausgabe von 1936, eine bis auf die Familien und Unterfamilien reichende Einteilung geboten. So bedeutet 582.71 *Rosales*, 582.717 *Saxifragaceae*, 582.717.7 *Ribesioideae*. Diese Klassifikation ist natürlich weiter ausbaufähig. Man wird jede Gattung, jede Art, jede Varietät und Form, wenn sich das Bedürfnis darnach einstellen sollte, durch eine Zahl bezeichnen können. Derzeit ist die Begriffsgliederung in verschiedenen Abschnitten noch sehr verschieden weit durchgeführt. Während man z. B. in der Ökologie der Pflanzen bis zu elfstelligen Zahlen gekommen ist (581.524.323.73 bedeutet „Dünen"), ist die angewandte Botanik (581.6) noch nicht weiter gegliedert.

E. Janchen (Wien)

Engler A. †, fortgesetzt von Harms H., Die natürlichen Pflanzenfamilien. Zweite Auflage. Band 17b. *Angiospermae*: Reihen *Rhoeadales* und *Sarraceniales*, redigiert von H. Harms. Gr.-8°. 799 S., mit 486 Textabb. — Leipzig: W. Engelmann, 1936. — Geb. RM. 104,—.

Auf Band 16c (erschienen 1934, vgl. diese Zeitschrift, Bd. 83, 1934, S. 300—301) und 16b (erschienen 1935, vgl. diese Zeitschrift, Bd. 84, 1935, S. 230—231) ist nun ziemlich rasch Band 17b gefolgt, womit von den 40 Bänden, welche für die im Jahre 1924 begonnene Neuauflage der „Natürlichen Pflanzenfamilien" vorgesehen sind, nunmehr bereits 17 erschienen sind. Die restlichen 23 Bände sollen bis 1942 fertig vorliegen.

Der vorliegende Band hat folgenden Inhalt: Reihe *Rhoeadales*, Geschichtliche Entwicklung der Ansichten über die Umgrenzung der Reihe und ihre Zusammensetzung, von H. Harms (S. 1—4); *Papaveraceae*, von Fr. Fedde (S. 5—145); *Capparidaceae*, von F. Pax und K. Hoffmann (S. 146—223); *Tovariaceae*, von F. Pax und K. Hoffmann (S. 224—226); *Cruciferae*, von O. E. Schulz (S. 227—658); *Resedaceae*, von Fr. Bolle (S. 659—692); *Moringaceae*, von F. Pax (S. 693—698); *Bretschneideraceae*, von F. Pax

(S. 699—700); Reihe *Sarraceniales*, Geschichtliche Entwicklung der Ansichten über die Umgrenzung der Reihe und ihre Zusammensetzung, von H. Harms (S. 701—703); *Sarraceniaceae*, von J. C. Th. Uphof (S. 704—727); *Nepenthaceae* von H. Harms (S. 728—765); *Droseraceae*, von L. Diels (S. 766 bis 784); Nachträge und Verbesserungen (S. 785—787); Register zu Band 17b (S. 788—799).

Gegenüber den entsprechenden Teilen der ersten Auflage, die im Band III, 2 im Jahr 1891 erschienen sind, ist die vorliegende Bearbeitung auf mehr als das Fünffache an Umfang angewachsen und enthält auch mehr als das Fünffache an Abbildungen. Wenn man besonders die Cruciferen, die ja mehr als die Hälfte des Bandes einnehmen, in Betracht zieht, so hat sich der Umfang mehr als versiebenfacht, die Zahl der Abbildungen nahezu verneunfacht. Diese Familie hat auch die stärkste Umarbeitung erfahren, denn die von K. Prantl vorgenommene systematische Gliederung derselben in der ersten Auflage war schon längst ganz unbrauchbar geworden und an dem Ausbau eines natürlichen Cruciferensystemes hatten in der Zwischenzeit viele Forscher gearbeitet. Eines der zusagendsten Systeme war wohl jenes von A. v. Hayek (1911). An diesem hat nun O. E. Schulz sehr viele Änderungen vorgenommen, manche sicher mit Recht, aber doch wohl nicht alle. Schon mit der Gesamtanordnung der Tribusse (*Sisymbrieae* und Verwandte am Schluß) kann sich Referent nicht befreunden. Zudem scheinen manche offenbar nahe verwandte Gattungen unnatürlich auseinandergerissen. Die Zahl der Gattungen ist gegenüber 208 bei Prantl und 231 bei Hayek bei O. E. Schulz auf 351 angewachsen, von denen 62 von O. E. Schulz selbst aufgestellt sind. Gegen eine so weitgehende Zerlegung der Gattungen läßt sich nicht viel einwenden. Dann hätten aber vielleicht auch so gut eingebürgerte Gattungen wie *Dentaria* und *Roripa* bestehen bleiben können. Diese abweichenden Ansichten ändern natürlich nichts an der Tatsache, daß O. E. Schulz mit der mühevollen Neubearbeitung der Cruciferen ein ganz hervorragend verdienstvolles Werk geschaffen hat. — Auch die Bearbeitung der Papaveraceen ist auf ein vielfaches (nahezu auf das neunfache) angewachsen. Die Zahl der Gattungen ist von 28 auf 42 gestiegen, die einzelnen Gattungen hat F. Fedde auf Grund langjähriger eigener Studien sehr eingehend besprochen; aber an der Gliederung der Familie im großen hat sich nur wenig geändert. — Zu den Capparidaceen, deren Gliederung sehr stark verändert ist, wird jetzt auch *Koeberlinia* gerechnet, die früher eine eigene Familie bildete. — Die Bretschneideraceen waren in der ersten Auflage erst im Nachtrag (1908) behandelt worden, da sie 1891 noch nicht entdeckt waren. — Daß die Droseraceen wieder, wie in der ersten Auflage, neben den Sarraceniaceen und Nepenthaceen stehen, wird wohl nicht allgemeinen Beifall finden. — Jedenfalls muß man für diesen stattlichen und reich bebilderten Band nicht nur den einzelnen Bearbeitern, sondern auch dem Herausgeber und dem Verlage sehr dankbar sein. E. Janchen (Wien)

Gradmann Robert, Das Pflanzenleben der Schwäbischen Alb. Dritte Auflage. Herausgeg. v. Schwäbischen Albverein, Tübingen. Stuttgart: Strecker u. Schröder, 1936. Klein 8°. 2 Bände. — 1. Bd. Pflanzengeographische Darstellung: XVI + 470 S., mit 243 Textabb. und 74 (z. T. farbigen) Taf. — 2. Bd. Nachschlagebuch: XXXIX + 351 S. — Geb. RM 15,—.

Das „Pflanzenleben der Schwäbischen Alb" hat schon, als 1898 seine erste Auflage erschien, berechtigtes Aufsehen gemacht und großen Erfolg ge-

habt, so daß bereits 1900 eine (etwas umgearbeitete) zweite Auflage erscheinen konnte. Nun liegt die dritte Auflage vor, die in 3000 Exemplaren (1.: 2000, 2.: 3000) herausgegeben worden ist. Daß namentlich der erste Band in vielen Dingen umgearbeitet werden mußte, daß sich hier der Aufschwung der Soziologie geltend gemacht hat, ist wohl selbstverständlich, aber auch die genauere floristische Durchforschung mancher Teile der Alb hat ihre Spuren hinterlassen, und zwar im zweiten Bande, dem „Nachschlagebuch", das eine Anleitung zum Bestimmen der Pflanzen des Gebietes (mit der üblichen Beschränkung auf die Farn- und Blütenpflanzen) darstellt. — Die große Beliebtheit des Werkes, offenbar auch in weiteren Kreisen, beruht aber offensichtlich auf seiner Anlage und dem Geist, der es erfüllt — beides hat sich in den nahezu vierzig Jahren seines Bestehens wenig geändert. Auf der Höhe wissenschaftlicher Ergebnisse bleiben, dabei die eigene Überzeugung zur Geltung bringen, in der Form lesbar sein, in der Auswahl des Stoffes lebens-, ja volksnahe bleiben — das macht das Buch volkstümlich und doch auch für den Fachmann anziehend und aufschlußreich. Was steht auch nicht alles darin! Vier Formen des Buchenwaldes werden unterschieden; in einem mit kalkreichem Boden wächst nur *Lathyrus vernus*, während in einem mit kalkarmem Boden nur *Lathyrus montanus* vorkommt. Über Herkunft der Holzschlagpflanzen, über die „Urwiesen-Frage", den Einfluß des Menschen auf Wiesen und Weiden, über die alemannischen Getreidearten (Spelz usw.) wird manches Wissenswerte gesagt und bisweilen eine abweichende Ansicht mit guten Gründen vertreten. Einen breiten Raum nimmt natürlich Gradmanns „Steppenheide" ein; Referent möchte sie lieber zu den Triften im Sinne von L. Diels rechnen. — So ist das Albbuch eigentlich für fast ganz Süddeutschland und das nordöstliche Österreich (außerhalb des Hochgebirges und der Tiefebene) ein trefflicher botanischer Begleiter für Studierstube und Wanderung. — Die Bilder (Kartenskizzen, Landschaftsbilder, farbige und schwarze Pflanzenabbildungen) sind in der dritten Auflage alle in den ersten Band verwiesen, so daß der zweite dünner und als Taschenbuch bequemer wird.

A. Ginzberger (Wien)

Iversen Johs., Biologische Pflanzentypen als Hilfsmittel in der Vegetationsforschung. Ein Beitrag zur ökologischen Charakterisierung und Anordnung der Pflanzengesellschaften. Gr. 8°. 224 S., mit 56 Tab. Kopenhagen: Levin & Munksgaard, E. Munksgaard, 1936. — Dän. Kronen 8,—.

Das sehr anregende Buch ist reich an Tatsachen, Gedanken und — neuen oder wenigstens nicht voll eingebürgerten — Fachausdrücken. Im Haupttitel des Buches wird das Wort „biologisch" im Sinne von „ökologisch" gebraucht. Bei dieser Ausdrucksweise mag der Einfluß des genialen C. Raunkiaer mitgespielt haben. Dem bekannten, von diesem Forscher geschaffenen Lebensformen-System, in welchem Verf. die Geophyten, Hemikryptophyten und Therophyten in je zwei Abteilungen (sommerdürre und sommergrüne) teilt, werden zwei „Nebensysteme" angegliedert, deren einem der Wasserfaktor, deren anderem der Salzfaktor zugrundeliegt (siehe weiter unten). Für die als „Hydrotypen" zusammengefaßten Xerophyten, Mesophyten usw. werden (wie schon von früheren Ökologen) die Ausdrücke Xero-, Meso-, Hygro- und Hydromorphe gebraucht. — Bezüglich der nichtsukkulenten Xeromorphen weist Verf. (S. 28f.) darauf hin, daß die (für diese Pflanzen vor allem ausschlaggebende) „Dürre-Resistenz" durch die „Sklerom orphie der Sprosse" ermöglicht wird, die „oft nur von der Dicke der Epidermis

bedingt, in den weitaus meisten Fällen ihren Grund in einer Versteifung des Blattes durch die mannigfachsten mechanischen Elemente" hat (TSCHIRCH, 1882). Diese Eigentümlichkeit wirkt den Gefahren starker Verminderung des Turgors (Welken, mechanische Schädigungen) entgegen, da die Starrheit oder Elastizität der Sprosse auch bei Turgorverminderung erhalten bleibt. Diese Eigenschaft und die Zugehörigkeit zu den Gruppen der Skleromorphen (= nicht-sukkulenten Xerophyten), Meso-, Hygro- und Hydromorphen läßt sich (S. 31) leicht dadurch objektiv feststellen, daß man die Pflanzen mittels heißen Dampfes tötet (bzw. Herbarexemplare in Wasser aufkocht) und den Grad ihrer Straffheit beurteilt. Durch diese Methode können auch gewisse Unsicherheiten in der Beurteilung der Xeromorphie, Mesomorphie usw. von tropischen Holzpflanzen behoben werden. — Die im Arbeitsgebiete des Verf. vertretenen „Hydrotypen" gliedert er (S. 39—55) in acht Gruppen, die morphologisch charakterisiert werden. Unter den Wiesenpflanzen eines „begrenzten klimatischen Gebietes" werden weiterhin (S. 56—61) mehrere durch die verschiedenen Bodenfeuchtigkeitsstufen bedingte „Hygrobientypen" unterschieden und ökologisch charakterisiert. In analoger Weise werden (S. 62—65) die salzbedürftigen Pflanzen, die „Halobien" (= Halophyten, Gegensatz „Glykobien") ökologisch nach ihrer Bindung an verschiedene Stufen des Salzgehaltes in mehrere „Halobientypen") eingeteilt. Die Ansprüche an den Salzgehalt können natürlich mit den Ansprüchen an die Bodenfeuchtigkeit in verschiedener Weise kombiniert sein. — Ein folgendes Kapitel (S. 72—102) beschäftigt sich eingehend mit der ökologischen Charakteristik (den „biologischen Typen") der wichtigeren Strandpflanzen, Art für Art. Sodann behandelt etwa ein Viertel des ganzen Buches (S. 103—157) die „Anwendung der biologischen Pflanzentypen zur ökologischen Charakterisierung und Anordnung der Pflanzengesellschaften (Vegetationseinheiten)" — Synusien (= Vereine), Soziationen, Verbände —, und zwar an mehreren Orten Dänemarks, besonders auf der im südwestlichen Jütland an der Nordsee gelegenen Halbinsel Skallingen, die fast ganz vom Menschen unberührt ist und wo sich auch ein naturwissenschaftliches Laboratorium befindet.

A. GINZBERGER (Wien)

Keißler K., ***Pyrenulaceae, Trypetheliaceae, Strigulaceae, Pyrenidiaceae, Xanthopyreniaceae, Mycoporaceae*** **und** ***Coniocarpineae.*** (RABENHORSTS Kryptogamen-Flora, 2. Aufl., 9. Bd., 1. Abt., 2. Teil, Lief. 1—3, S. 1—480, mit 143 Textabb.) Leipzig: Akad. Verlags-Ges., 1937. RM 18,—

Die ersten drei Lieferungen umfassen jene Familien der *Pyrenocarpeae*, welche *Trentepohlia*-Gonidien besitzen. Die umfangreichste darunter ist die der *Pyrenulaceae* mit den Hauptgattungen *Arthopyrenia* (32 Arten), *Leptorrhaphis* (11 Arten) *Porina* (22 Arten) und *Pyrenula* (4 Arten). Die besondere Schwierigkeit bei der Darstellung der einzelnen Arten liegt in der häufigen Unmöglichkeit, Gonidien mit Sicherheit nachzuweisen, weshalb die betreffenden Spezies zu den Pilzen gestellt werden müßten. Aus praktischen Gründen sind sie aber dennoch in die Bestimmungstabellen aufgenommen. Gehäuseform und Sporenfächerung wechseln sehr stark bei den einzelnen Familien, bei deren Einteilung dem ZAHLBRUCKNERschen System (in ENGLER und PRANTL, 2. Aufl.) gefolgt ist. Als neue Gattung wird *Bachmannia* ZSCHACKE aufgeführt. Als Anhang zu *Arthopyrenia* werden jene Arten behandelt, welche wegen der *Pleurococcus*- oder *Cystococcus*-Gonidien von den Pyrenulaceen auszuschließen sind, und zu *Paraphysothele* und *Thelidium* (*Verru-*

cariaceae) gehören. Ferner wird am Schluß jeder Gattung ein Verzeichnis der auszuscheidenden, zu den Pilzen oder Flechtenparasiten gehörigen Arten gegeben.

Die Trypetheliaceen verhalten sich morphologisch den Pyrenulaceen ganz ähnlich, nur sind ihre Apothezien zu Stromen vereinigt. *Tomasellia* mit 4, *Melanotheca* mit 2 Arten gehören hierher. Von den Strigulaceen werden 3 Phylloporinen behandelt, während 4 *Strigula*-Arten zu den Pilzen zu stellen sind.

Bei den Pyrenidiaceen erscheint als neue Gattung *Pseudarthopyrenia*, im Bau mit *Arthopyrenia* übereinstimmend, aber mit Cyanophyceen-artigen Gonidien (4 Arten). Ferner wird das bisher nur steril bekannte *Coriscium viride* sowie das aus England beschriebene *Pyrenidium actinellum* hierher gestellt. Hingegen werden die Gattungen *Eolichen* und *Lophothelium* gestrichen und erstere als zu den Pilzen *Nectria* oder *Nectriella* gehörig, letztere als Flechtenparasit aufgeklärt. Bei den Xanthopyreniaceen mit *Xanthocapsa*-Gonidien erscheint außer *Xanthopyrenia* (1 Art) die neue Gattung *Gloeopyrenia* Zschacke mit *Gloeocapsa*-Gonidien (2 Arten, welche früher zu *Microglaena* gestellt wurden). K. Redinger (Wien)

Klapp E., Taschenbuch der Gräser. Ihre Erkennung und Bestimmung, Bewertung und Verwendung. Leitfaden für den Unterricht und für den praktischen Gebrauch in Land- und Forstwirtschaft, Kulturtechnik, Schätzungs- und Vermessungswesen. Kl. 8° (Taschenformat). 199 S., mit 61 zumeist ganzseitigen Abb. Berlin: P. Parey, 1937. — Geb. RM 5,80.

Trotz verschiedener sehr guter Spezialwerke, die sich mit den landwirtschaftlich wichtigeren Gramineen und insbesondere auch mit ihrer Bestimmung in blühendem und nicht blühendem Zustande beschäftigt haben (es sei nur an jene von H. Schindler, W. Strecker und A. Petersen erinnert), bietet das vorliegende Buch so viel und so ausgezeichnetes, daß es alle früheren Erscheinungen weit überholt. Es behandelt alle wichtigeren Gräser der tieferen Lagen Mitteleuropas, besonders Deutschlands (alpine Gräser sind also nicht mit einbezogen). Lebensdauer, Wuchs und Merkmale der Gräser (im blütenlosen und im blühenden Zustande) werden zunächst in einem Einleitungskapitel allgemein behandelt. Hierauf folgen drei umfangreiche Bestimmungsschlüssel, und zwar für Gräser im blühenden Zustande (S. 34—49), für die eigentlichen Grünlandgräser im blütenlosen Zustande (S. 50—60) und für alle Gräser im blütenlosen Zustande (S. 60—77). Unter der Bezeichnung „Gräser im Bilde" bringt Verf. sodann 53 ganzseitige Abbildungen, zum Zeil nach Zeichnungen, zum Teil nach Photographien, die durchwegs sehr schön sind und alle besprochenen Gräser in lehrreicher, charakteristischer Weise darstellen. Ein weiteres Kapitel (S. 131—173) behandelt die Lebensweise und Verwendung der Gräser. Einige kürzere Schlußkapitel bringen praktisch-landwirtschaftliche Zusammenstellungen der Gräser nach verschiedenen Gesichtspunkten. In den Bestimmungsschlüsseln hat sich Verf. durchaus auf Merkmale gestützt, die leicht (auch ohne Lupe oder Mikroskop) zu erkennen sind. Es ist geradezu ein Vergnügen, darnach zu bestimmen. Sicher wird das Buch viel dazu beitragen, die genauere Kenntnis der Gräser in weiteren Kreisen zu verbreiten. E. Janchen (Wien)

Markgraf Fr., Blütenbau und Verwandtschaft bei den einfachsten *Helobiae*. (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. LIV, 1936, S. 191—229, mit Taf. I—VIII.)

Die auf sehr sorgfältigen Untersuchungen beruhenden morphologischen und systematischen Ergebnisse, die in dieser Arbeit niedergelegt sind, verdienen volle Beachtung. Verf. hatte Gelegenheit, lebende Pflanzen von *Zostera marina* und *Zostera nana* im blühenden Zustande zu untersuchen. Er konnte dabei den Aufbau der vegetativen Sprosse und der Blütensprosse sowie auch den Bau der Blütenstände und Blüten in eindeutiger Weise klarstellen. Die Befunde an dem lebenden Material der zwei genannten Arten ergänzte er sodann durch Untersuchung von Herbarmaterial und Alkoholmaterial nicht nur dieser beiden und aller übrigen Arten der Gattung *Zostera*, sondern auch sämtlicher Gattungen, die bisher zu den Potamogetonaceen und zu den Juncaginaceen gerechnet worden sind. Von den Untersuchungsergebnissen und den daraus abgeleiteten Folgerungen sei nachstehend das Bemerkenswerteste herausgegriffen.

Zu einer Einzelblüte von *Zostera* gehört je ein Staubgefäß (zwei parallel und etwas schräg gestellte, durch einen „Konnektivkamm" verbundene Theken) und der darüberstehende (nicht der danebenstehende) Fruchtknoten. Das bei den meisten *Zostera*-Arten (außer bei *Z. marina*) am Grunde der Thekenpaare vorhandene „Retinaculum" ist ein grundständiges Konnektivanhängsel (nicht etwa ein Tragblatt). Die Blüten stehen demnach in einer tragblattlosen zweizeiligen Ähre und sind von den beiden gegenüberliegenden Kanten der abgeflachten Ährenachse auf die eine Fläche hinübergerückt. Die bei der nahe verwandten, aber zweihäusigen Gattung *Phyllospadix* gleichfalls vorhandenen, hier besonders großen „Retinacula" sind ebenso als grundständige Konnektivanhängsel zu deuten; in den weiblichen Blüten stehen sie am Grunde von Staminodien. Bei *Posidonia* ist das ganze Konnektiv blattartig, hat aber außerdem ein grundständiges Anhängsel, das bisher übersehen worden ist. Als Konnektivanhängsel deutet Verf. in Übereinstimmung mit manchen früheren Autoren auch das „Perianth" von *Potamogeton* (und zwar stehen hier die vier Glieder in einem Kreis, nicht in zwei Kreisen).

Außer bei den genannten Gattungen der Potamogetonaceen finden sich nun, wie Verf. nachweist, grundständige Konnektivanhängsel auch bei sämtlichen Gattungen der Juncaginaceen (Scheuchzeriaceen) mit einziger Ausnahme der Gattung *Scheuchzeria*. Während nämlich *Scheuchzeria* ein normales echtes Perianth besitzt, bestehen die „Perianthe" der Juncaginaceengattungen *Triglochin*, *Tetroncium*, *Maundia* und *Lilaea* durchwegs aus solchen Konnektivanhängseln. Bei *Triglochin* erklärt sich daraus die eigenartige Stellung des inneren „Perianth"-Kreises innerhalb der äußeren Staubgefäße. *Lilaea* weicht von den anderen genannten Gattungen etwas stärker ab, und zwar dadurch, daß die stark zygomorphe Blüte auf einen einzigen (den median vorderen) Sektor reduziert ist, also nur aus einem Staubgefäß und einem Fruchtblatt besteht. *Scheuchzeria*, gekennzeichnet durch echtes Perianth, durch gestielte Antheren ohne Konnektivanhängsel, durch zwei pleurotrope Samenanlagen an jedem Fruchtblatt, gehört also entschieden in eine andere Familie als die übrigen bisherigen Juncaginaceen mit einem „Perianth" aus Konnektivanhängseln, mit sitzenden Antheren, mit je einer grundständigen, aufsteigenden Samenanlage an jedem Fruchtblatt und mit Spaltfrucht oder Schließfrüchtchen.

Die Einfachheit der Blüten dieser Juncaginaceen ebenso wie der Blüten der Potamogetonaceen und Najadaceen ist, wie Verf. betont, nicht ursprünglich, sondern durch Rückbildung entstanden. Diese ganze Rückbildungsfolge läßt sich über *Aponogeton* an die wenigfrüchtigen Alismataceen anschließen, die Verf. als ursprünglichste Familie der Monokotyledonen und als Verbin-

dungsglied zu den Dikotyledonen auffaßt. Es ist sehr bemerkenswert, daß also ein Angehöriger der Engler-Diels-Schule nun auch mit aller Entschiedenheit für die Ableitung der Monokotyledonen über die Alismataceen von den Dikotyledonen eintritt. Wenn diese Auffassung am Dahlemer Institut allgemein geteilt wird, dann wird wohl auch an der veralteten Zwischenschaltung der Monokotyledonen zwischen Gymnospermen und Dikotyledonen nicht länger festgehalten werden können.

Bei der Ableitung der Liliifloren, speziell der Liliaceen von den Alismataceen betrachtet der Verf. *Scheuchzeria* als Verbindungsglied. Er läßt es dabei offen, ob man *Scheuchzeria* als monotype Familie den *Helobiae* oder den *Liliiflorae* zurechnen will, neigt aber mehr der letzteren Einordnung zu. In Anbetracht des Besitzes von Achselschüppchen und der (bei Liliifloren höchst seltenen) Apokarpie wird es wohl besser sein, die Scheuchzeriaceen auch in ihrer neuen Umgrenzung (d. h. bei Beschränkung auf die einzige Art *Scheuchzeria palustris*) unter den *Helobiae* zu belassen, wie dies auch Diels in der neuesten Auflage von Englers Syllabus (wo den Befunden Markgrafs schon in weitgehendem Maße Rechnung getragen wird) getan hat. Es sei noch betont, daß *Scheuchzeria* der Verbindungslinie zwischen Alismataceen und Liliaceen wohl sicher sehr nahesteht, aber doch wohl nicht unmittelbar in diese direkte Linie gehört, denn die ausgestorbenen direkten Verbindungsglieder dürften schön gefärbte entomogame Blüten und wohl auch eine Nektarabscheidung an den Fruchtblättern (wie *Caltha*, *Butomus*, *Tofieldia*) besessen haben. Die nach Ausscheidung von *Scheuchzeria* übrigbleibenden Juncaginaceen stellt Verf. zu den Potamogetonaceen, die er folgendermaßen gliedert. 1. Tribus *Triglochineae*: *Triglochin*, *Tetroncium*, *Maundia*; 2. Tribus *Potamogetoneae*: *Potamogeton*, *Ruppia*; 3. Tribus *Zostereae*: *Lilaea*, *Posidonia*, *Zostera*, *Phyllospadix*. Die *Zannichellieae* und *Cymodoceeae*, die sich von den übrigen *Potamogetonaceae* dadurch unterscheiden, daß ihre Blüten niemals in Ähren stehen, sondern in Zymen oder einzeln und daß sie niemals Konnektivanhängsel, dagegen häufig eine echte Blütenhülle besitzen, werden vom Verf. zu den *Najadaceae* versetzt, die er folgendermaßen gliedert. 1. Tribus *Zannichellieae*: *Althenia*, *Zannichellia*; 2. Tribus *Cymodoceeae*: *Cymodocea*, *Amphibolis*, *Diplanthera*; 3. Tribus *Najadeae*: *Najas*.

Bei diesen Neugruppierungen scheint dem Referenten die Insertion der Samenanlage zu wenig berücksichtigt worden zu sein. Mag man die Erweiterung der *Najadaceae* allenfalls noch gelten lassen, obwohl es sich auch rechtfertigen ließe, auf die Tribusse *Zannichellieae* und *Cymodoceeae* eine eigene Familie *Zannichelliaceae* zu begründen, so scheint dem Referenten die Vereinigung der *Juncaginaceae* (ohne *Scheuchzeria*) mit den *Potamogetonaceae* und vor allem die Einreihung von *Lilaea* unter die *Zostereae* doch recht anfechtbar. Gegen diese systematischen Neuerungen spricht hier nicht allein die Insertion der Samenanlage, sondern im Einklange damit eine ganze Reihe vegetativer Merkmale, die sicher auch beachtenswert sind. Die Gattungen mit aufsteigender Samenanlage und stielrunden Blättern dürften wohl unter sich enger zusammengehören und man wird sie zweckmäßig als eigene Familie *Juncaginaceae* (von *Juncago* = *Triglochin*) getrennt halten. In dieser ist natürlich *Lilaea* mit ihren zygomorphen Blüten die abgeleitetste Gattung. Die Gattungen mit hängender (apikal oder seitlich inserierter) Samenanlage und flachen Blättern bilden dann die Familie *Potamogetonaceae* im engeren Sinn. Auch in dieser Familie hat in analoger Weise, aber unabhängig von den *Juncaginaceae*, eine Weiterbildung von aktinomorphen zu zygomorphen Typen stattgefunden.

Die von Markgraf vorgeschlagene Gliederung der *Helobiae* wäre demnach folgendermaßen zu modifizieren. 1. Unterreihe *Alismatineae*: *Alismataceae*; 2. Unterreihe *Butomineae*: *Butomaceae, Hydrocharitaceae*; 3. Unterreihe *Scheuchzeriineae*: *Scheuchzeriaceae* (nur *Scheuchzeria*); 4. Unterreihe *Potamogetonineae*: *Aponogetonaceae, Juncaginaceae* (*Triglochin, Tetroncium, Maundia, Lilaea*), *Potamogetonaceae* (*Potamogeton, Ruppia, Posidonia, Zostera, Phyllospadix*), *Najadaceae* (allenfalls zu zerlegen in *Zannichelliaceae* und *Najadaceae*).

Mit diesen kleinen Abänderungsvorschlägen soll ein bescheidener Versuch zu einer weiteren Verbesserung des Systems der *Helobiae* gemacht werden. Der hervorragende Wert der gediegenen Untersuchungen Markgrafs und der von ihm selbst gezogenen wohldurchdachten Schlüsse soll damit nicht geschmälert werden. E. Janchen (Wien)

Nießen J., Rheinische Volksbotanik. Die Pflanzen in Sprache, Glaube und Brauch des rheinischen Volkes. Zweiter Band: Die Pflanzen im Volksglauben und Volksbrauch. Gr.-8°. 341 S., mit 52 Textabb. und 1 Kunstdrucktafel. Berlin und Bonn: F. Dümmler, 1937 (erschienen Oktober 1936). — Geb. RM 5,80.

Schon bei Besprechung des ersten Bandes von Niessens „Rheinischer Volksbotanik" (vgl. diese Zeitschrift, Bd. LXXXV, 1936, S. 76) wurde der große Wert dieses Werkes und der ungeheure Fleiß, der in demselben steckt, entsprechend gewürdigt. Der zweite Band reiht sich dem ersten ebenbürtig an. Seine Bedeutung reicht in gleicher Weise über das Rheinland weit hinaus; sie erstreckt sich auf das ganze deutsche Sprachgebiet, weil sie die gesamtdeutsche Kultur und Volksgeschichte betrifft. Dabei ist das Buch so anregend und fesselnd geschrieben, daß man sich von demselben kaum trennen kann. — Die Stoffgliederung des vorliegenden Bandes ist folgende: I. Bäume und Sträucher im rheinisch-deutschen Volkstum (S. 11—44); II. Alt-Blumen und Alt-Kräuter in Bauerngärten und auf Friedhöfen (S. 45—55); III. Heil- und Zauberkräuter (Volksmedizin) (S. 56—104); IV. Kraut- und Palmweihpflanzen (S. 105—131); V. Die Pflanzenwelt in Kinderspielen, Jahresfesten und Kinderarbeiten (S. 132—172); VI. Beliebte Zimmer- und Fensterblumen (S. 173—175); VII. Christliche Blumennamen (S. 176—190); VIII. Pflanzensagen und -legenden (S. 191—237); IX. Die Pflanzen als Wetterpropheten (S. 238—244); X. Orakelblumen (S. 245—248); XI. Volksanschauungen über Bildungsabweichungen bei Pflanzen (S. 249—252); XII. Saat und Ernte im Volksleben (S. 253—282); XIII. Die Pflanzen in der Siedlungsgeschichte und im Wirtschaftsleben (Siedlungs- und Wirtschaftsbotanik) (S. 283—300); XIV. Ortsneckereien (S. 301—305); Die Pflanzen in der Kunst (Volkskunst) (S. 306—312); XVI. Natursymbolik und ihre Beziehung zur deutschen Volksverbundenheit (S. 313—327). Nach dem „Blattweiser" (Register) folgen noch Berichtigungen zum 1. Band und Ergänzungen des dortigen Literaturverzeichnisses um 59 Nummern. — Der Preis des inhaltsreichen Buches muß als ein sehr mäßiger bezeichnet werden. Gelegentlich des Erscheinens des zweiten Bandes wurde der Preis des ersten Bandes wesentlich ermäßigt; er kostet jetzt gebunden nur RM 6,50. E. Janchen (Wien)

Pop E., Flora pliocenica dela Borsec (Die pliozäne Flora von Borsec, Ostkarpathen). Cluj (Universitatea Regele Ferdinand i Cluj, Facultatea de Ştiinţe), 1936. Gr.-8°. IV und 136 S. in rumänischer Sprache, mit einem Auszug von 40 S. in deutscher Sprache, einem Schriftenverzeichnis, 22 Tafeln, 3 Textfiguren.

Der Verf. behandelt Pflanzenabdrücke auf den von einem gestauten Süßwassersee abgelagerten pliozänen Mergeln von Borsec in den Ostkarpathen und führt die Bestimmung nach morphologischen Merkmalen an Hand rezenten Vergleichsmaterials durch. Die Beschaffenheit des Materials ließ die Anwendung der Kollodiummethode nicht zu. Die Frage, ob auch die Mazerationsmethode kutikularanalytisch hätte verwertet werden können, läßt der Verf. offen. Diese Methode bewährt sich sehr oft, auch bei scheinbar ungeeignetem Material. Hinsichtlich der Nomenklatur geht der Verf. den Weg, den Ref. in ihrer „Paläohistologie" für nicht bestimmbare Gewebereste betreten hat: er versieht Pflanzenreste, welche keine verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen fossilen und rezenten Formen erkennen lassen, mit einem provisorischen Namen und entreißt sie damit der Vergessenheit.

Weiters werden mit Hilfe der mikroskopischen Untersuchung in dieser Arbeit Peridineen, Diatomeen, Sporen, Pollenkörner und Reste von Koniferenholz festgestellt. Die makroskopisch erkennbaren Reste umfassen solche von Blättern, Blüten, Früchten, Samen, Knospenschuppen und Stengeln, welche im speziellen Teil dieser Abhandlung eine eingehende Besprechung ihrer morphologischen Merkmale an der Hand des Pflanzensystems erfahren.

Auf Grund seiner Bestimmungen der Pflanzenreste von Borsec stellt E. Pop drei Vegetationsstufen in der Umgebung des pliozänen Sees fest: im unteren Teil dieser hügeligen Landschaft (200 bis 700 m) breitete sich ein Mischwald von nordamerikanisch-atlantischem Typus aus, vornehmlich von *Pinus*-Arten, Juglandaceen, Hamamelidaceen, *Acer trilobatum*, *Zelkowa*, *Castanea* u. a. gebildet, mit südamerikanischen Arten, wie immergrünen Eichen, Buchen, *Pyracantha*, *Lonicera*, *Smilax* an sonnigen Gehängen durchmischt. Weiter hinauf herrschte die Buche vor mit *Carpinus*, *Salix*, *Populus*, *Ulmus*, *Acer*, *Alnus*, *Tilia* vergesellschaftet, um allmählich in größerer Höhe einer Koniferenvegetation mit *Abies*, *Keteleeria*, wahrscheinlich auch *Tsuga* und schließlich *Picea* Platz zu machen.

Die 22 Tafeln bringen sehr gute Abbildungen von verschiedenen Blatt- und Fruchtresten sowie Pollenkörnern und Pilzen. Sie sind für Orientierung und Vergleich mit anderen Floren sehr wertvoll. Letzteres gilt auch für die Zusammenstellung der Florenelemente im rumänischen Text und das mikrofloristische Diagramm der letzten Bildtafel.

Verschiedene Schlußfolgerungen in den Abschnitten über genetische und paläoökologische Betrachtungen werden bei Paläographen und Paläontologen mancherlei Bedenken erregen; vielleicht aber klärt sich mancher Widerspruch als ein Mißverständnis auf, das durch die Übersetzung ins Deutsche entstanden ist. Elise Hofmann (Wien)

Redinger K., *Arthoniaceae.* (Rabenhorsts Kryptogamen-Flora, 2. Aufl., 9. Bd., 2. Abt., 1. Teil, Lief. 1, S. 1—180, mit 44 Textabb.) Leipzig: Akad. Verlags-Ges., 1937. RM 20,—.

Die Reihe der Graphidineen ist durch mehr oder weniger in die Länge gezogene bis lineale, oft verschiedentlich verästelte Apothezien charakterisiert. Davon erscheinen die Arthoniaceen durch das Fehlen eines Eigengehäuses der Früchte gekennzeichnet. Als Gonidien werden *Trentepohlia* und *Pleurococcus* beobachtet, welches Merkmal zugleich mit der Sporenseptierung (einreihig und mauerförmig) die Einteilung in die Gattungen *Arthonia* und *Arthothelium*, bzw. *Allarthonia* und *Allarthothelium* ergibt. Bei *Arthonia*, der umfangreichsten Gattung mit 47 Arten, ist durch die Farbe des Diskus (schwarz oder gefärbt) die Unterteilung in zwei Sektionen *Melanocarpia* und *Chromatocarpia* gegeben. Weiters werden Beschaffenheit des Hypotheziums

(kohlig oder hell), Fächerung der Sporen (2-, 3- oder mehrzellig) und Gestalt der Fächer (*Iso-* oder *Heterothalami*) zur engeren Gruppierung verwendet. Ein geschichtlicher Überblick über das Werden des heutigen Gattungsbegriffes leitet die Arbeit ein; ein Anhang, welcher die aus der Familie auszuschließenden, zumeist zu den Flechtenparasiten gehörigen Arten umfaßt, beschließt sie.

K. Redinger (Wien)

Schweizer Gg., Einführung in die Kaltsterilisationsmethode. Für den Gebrauch in botanischen, zoologischen, medizinischen, biologischen und biochemischen Laboratorien. Gr.-8°. VII und 80 S., mit 23 Textabb. und 2 Tafeln. Jena: G. Fischer, 1937. — RM 4,—.

Die Methodik und ihre vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten werden hier ausführlicher, als es bereits in dieser Zeitschrift (vgl. Bd. 85, 1936, S. 297 bis 302) geschehen ist, geschildert. Nach Beschreibung des Wesens der Kaltsterilisation und der dafür notwendigen Behelfe werden die bisherigen Erfahrungen auf verschiedenen Gebieten aufgezählt, so daß entschieden der Eindruck erweckt wird, daß es sich um eine vielseitig auswertbare und gut durchdachte Hilfsmethode, namentlich für die Mikrobiologie, handelt.

B. Schussnig (Wien)

Tisia. Arbeiten der III. (mathematisch-naturwissenschaftlichen) Abteilung der wissenschaftlichen S. Tisza-Gesellschaft in Debrecen. Redaktör: R. Soó. I. Bd., 1. Heft. 240 S., Debrecen 1936. Gr. 8°.

Die Zeitschrift ist wissenschaftlichen Forschungen über Ungarn und besonders über das Alföld gewidmet. Die in ihr enthaltenen Abhandlungen sind zumeist in ungarischer Sprache mit deutscher Zusammenfassung geschrieben, seltener in deutscher Sprache mit ungarischer Zusammenfassung. Botanischen Inhaltes sind folgende Beiträge, die durchwegs aus dem Botanischen Institut der Universität Debrecen (Direktor: Prof. Dr. R. v. Soó) hervorgegangen sind und auch unter dem Titel „Acta Geobotanica Hungarica" erschienen sind. Aszód L., Beiträge zur Ökologie und Soziologie der Sandvegetation des Nyirség (ungarisch S. 75—105, deutsch S. 106—107). — Palitz R., Die Alchemillen des historischen Ungarn (ung. S. 108—149, deutsch S. 149); Máthé I., Pflanzensoziologische Untersuchungen in den Wäldern des Körösgebiets (Ungarische Tiefebene) (ung. S. 155—165, deutsch S. 166). — Bartha L., Chemische und biochemische Untersuchungen über die Farbe des Tabaks (ung. S. 167—177, deutsch S. 178—179). — Zólyomi B., Soziologische und ökologische Verhältnisse der Borstgraswiesen im Bükkgebirge (deutsch S. 180—199, ung. S. 200—211, Abb. 202—208). J.

Urbach E., Das Heufieber und seine Behandlung. Unter botanischer Mitarbeit von **Fr. Berger.** Gr. 8°. X und 180 S., mit 83 z. T. farb. Abb. im Text und auf 6 Tafeln sowie 21 Tabellen. Wien: W. Maudrich, 1937. — Geb. RM 12,—.

Die durch den Pollen verschiedener Pflanzen hervorgerufene „Heufiebererkrankung" (Pollenallergie) wird in dem vorliegenden Werke vom medizinischen Standpunkte aus behandelt (Klinik, Äthiologie, Pathogenese, Diagnose, Therapie usw.). Da aber eine erfolgreiche Therapie nicht symptomatisch, sondern ursächlich betrieben werden muß (die sehr interessanten Einzelheiten dieser neueren Therapie liegen außerhalb des Gebietes der Botanik), so geht das Buch auch auf die Heufieber erregenden Pflanzen recht genau ein. Das Kapitel über die Pollenallergene (S. 31—44) behandelt die Größe und Gewichtsverhältnisse der Pollenarten, die biologische Allergenspezifität des Pollens verschiedener Pflanzen, den chemisch-allergetischen Wirk-

stoff im Pollen und die allergetischen Stoffe in anderen Pflanzenbestandteilen. Das von Franz Berger bearbeitete Kapitel über die Phänologie im Dienste der Heufieberforschung (S. 95—102) beschäftigt sich mit der Organisation der phänologischen Beobachtungen über die Blütezeit Heufieber erregender Pflanzen in ganz Österreich und mit den diesbezüglichen eigenen Beobachtungen F. Bergers in Wien. Besonders umfangreich ist der gleichfalls von F. Berger bearbeitete Abschnitt über „Heufiebererregende Gräser, Sträucher und Bäume" (S. 45—94, mit 28 Textabb. und 5 Farbentafeln). Aus diesem Kapitel entnimmt man die große Zahl der Pflanzenarten, deren Pollen nach bisher vorliegenden Beobachtungen allergisch wirken kann. Von windblütigen Laubbäumen behandelt Verf. 14 Gattungen, von Getreiden 5 Gattungen, von wildwachsenden Gräsern 20 Gattungen, von Ödlandpflanzen, Unkräutern usw. 17 Gattungen, von insektenblütigen „Blumen" 18 Gattungen, von insektenblütigen Bäumen und Sträuchern 17 Gattungen, jede Gattung zum Teil mit mehreren Arten. Einleitend wird die Morphologie und Ökologie der Blüte sowie die Gestalt, Struktur, Farbe und Fluoreszenz der verschiedenen Pollenarten behandelt. E. Janchen (Wien)

Wangerin W. und Schröter C., Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Liefg. 53/54 (Bd. III, 5. Abt., S. 1—128, mit 68 Textabb). Gr.-8°. Stuttgart: E. Ulmer, 1937. — RM 8,—.

Lieferung 51/52 wurde erst kürzlich hier besprochen (vgl. Österr. Botan. Zeitschrift, Bd. 86, 1937, S. 77). — Die neue Doppellieferung ist zur Gänze den Lythraceen gewidmet. *Lythrum Salicaria* (S. 9—76) ist von Helen Schoch-Bodmer (St. Gallen, Schweiz) bearbeitet, die dieser in mehrfacher Hinsicht so interessanten Pflanze bereits früher drei Veröffentlichungen gewidmet hat. *Lythrum virgatum* (S. 76—90), *L. Hyssopifolia* (S. 90—99) und *Peplis Portula* (S. 99—128) sind von F. Buxbaum (Fürstenfeld, Steiermark) und W. Wangerin (Danzig-Langfuhr) bearbeitet. Das vorliegende Heft reiht sich den früheren Teilen des Werkes würdig an und enthält neben einer gewissenhaften Zusammenstellung alles über die mitteleuropäischen Lythraceen bisher Bekannten auch manche neuen, noch unveröffentlichten Untersuchungsergebnisse. E. Janchen (Wien)

Zechmeister L. und Cholnoky L. v., Die chromatographische Adsorptionsmethode. Grundlagen, Methodik, Anwendungen. XI und 231 S., mit 45 Textabb. Wien: J. Springer, 1937. — RM 14,40, für Österreich S 25,92.

„Wie die Lichtstrahlen im Spektrum, so werden in der Kalziumkarbonatsäule die verschiedenen Komponenten eines Farbstoffgemisches gesetzmäßig auseinandergelegt und lassen sich dann qualitativ und quantitativ bestimmen." Dieser Satz von Tswett, der von den Verf. an die Spitze des allgemeinen Teils ihres Buches gestellt wurde, bildet den Anfang einer wissenschaftlichen Methode zur anschaulichen Trennung von Farbstoffen (Farbstoffgemischen) aus ihren Lösungen. Diese als „Chromatographie" bezeichnete Ausführungsform der Adsorptionsanalyse hat nicht nur für den Chemiker eine besondere Bedeutung, sondern auch für den Physiologen und den biologischen Systematiker. So werden bekanntlich große Abteilungen des Pflanzenreiches in erster Linie nach ihren Farbstoffen gekennzeichnet. Diese Farbstoffe kommen aber immer in Farbstoffgemischen vor, deren rasche Trennung und sichere Identifizierung für den botanischen Systematiker sehr wichtig sein kann. Eine kurze Anleitung zu solchen Untersuchungen bildet nun das vorliegende Buch, dessen Durchsicht hiermit auch den Botanikern empfohlen sei.

Fr. Knoll (Wien)

Akademien, Botanische Gesellschaften, Vereine, Kongresse usw.

Akademie der Wissenschaften in Wien

In den Monaten Jänner bis März 1937 wurden folgende Arbeiten, welche die Botanik und deren Grenzgebiete betreffen, zur Drucklegung eingereicht:

Am 14. Jänner 1937:

Wessely F. und Jentzsch K., Zur Kenntnis der Bitterstoffe der Colombowurzel. V. Über die Methylierung des Columbins.

Am 21. Jänner 1937:

Koller G. und Russ H., Über die Konstitution der Solorinsäure.

Bukatsch Fr., Einfluß des Thermalwassers von Badgastein auf die Kohlensäureassimilation verschiedener Wasserpflanzen.

Am 18. Februar 1937:

Kamptner E., Über Dauersporen bei marinen Coccolithineen.

Am 11. März 1937:

Bilger F., Halden W., Mayer-Pitsch E. und Pestemer M., Zur Kenntnis des Fett- und Lipoidstoffwechsels der Hefen. 5. Mitteilung: Quantitative Beziehungen bei der biologischen Ergosterinbildung.

VIII. Internationaler Limnologen-Kongreß

Der von der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie veranstaltete VIII. Limnologen-Kongreß findet Ende August und Anfang September 1937 in Paris statt. Er wird insbesondere dem Studium der Gebirgswässer gewidmet sein. Der Kongreß wird am 23. August 1937 eröffnet, die ersten sechs Tage finden theoretische Sitzungen in Paris statt, an den darauffolgenden zehn Tagen Exkursionen in die Alpen, den Jura und die Vogesen. Auch eine größere Exkursion in die Pyrenäen und die Landes ist vorgesehen. Anmeldungen zu dem Kongreß sind vor dem 1. Juli zu richten an den Generalsekretär des Kongresses, Herrn L. Kreitmann, Conservateur des Eaux et Forêts, Chef de la Commission de Pêche et de Pisciculture du Ministère de l'Agriculture, 61, rue de Varenne, Paris VII. — Anschrift des Generalsekretärs der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Prof. Dr. Friedrich Lenz, Hydrobiologische Anstalt Plön (Holstein), Deutsches Reich.

Prix A. P. de Candolle

Der de Candollesche Preis für die beste unveröffentlichte Monographie einer Pflanzengattung oder -familie kommt in diesem Jahre wieder zur Verleihung. Die Höhe des Preises beträgt 1000 Schweizer Franken. Die in lateinischer, französischer, deutscher, englischer oder italienischer Sprache abgefaßten Manuskripte sind bis spätestens 31. Oktober 1937 einzusenden an das Sekretariat der Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève, Bibliothèque publique et universitaire, Genève.

Botanikertagung in Darmstadt

Die diesjährigen Hauptversammlungen der Deutschen Botanischen Gesellschaft, der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik und der Vereinigung für angewandte Botanik finden in der Zeit vom 5. bis 8. Juli 1937 in Darmstadt statt. Daran schließen sich am 9., 10. und 11. Juli Exkursionen an. Anmeldungen zur Teilnahme an der Botanikertagung sind zu richten an Prof. Dr. Otto Stocker, Vorstand des Botanischen Institutes der Technischen Hochschule, Darmstadt. Anmeldungen von Vorträgen sind an die Vorsitzenden der betreffenden Gesellschaften zu richten, nämlich an Prof. Dr. O. Stocker (Darmstadt), Prof. Dr. Ludwig Diels (Berlin-Dahlem, Botanisches Museum) bzw. Geheimrat Prof. Dr. Otto Appel (Berlin-Zahlendorf, Irmgardstraße 33).

Personalnachrichten

Hofrat Prof. Dr. Hans Molisch (Wien) erhielt in Anerkennung seiner Verdienste um den Obstbau vom Landesobstbauverein für Niederösterreich die goldene Müller-Medaille und wurde zum Ehrenmitglied dieses Vereines ernannt.

Dr. Othmar Werner, Privatdozent für Pflanzenphysiologie an der Hochschule für Bodenkultur in Wien, erhielt den Titel eines außerordentlichen Professors.

Dr. Erwin Mayr, Kommissär der Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung in Wien, hat sich an der Hochschule für Bodenkultur in Wien für speziellen Pflanzenbau mit besonderer Berücksichtigung des Getreidebaues habilitiert.

Forstmeister a. D. Dr. Erwin Aichinger wurde zum ordentlichen Professor für Forstschutz, Forstbenutzung und Pflanzensoziologie an der Universität Freiburg i. Breisgau ernannt. (Vgl. diese Zeitschr., Bd. 85, 1936, S. 320.)

Dr. Hermann Ullrich, Privatdozent für Botanik an der Universität Leipzig, wurde zum nichtbeamteten außerordentlichen Professor ernannt.

Dozent Dr. Hubert Bleier (Landwirtschaftliches Institut der Universität Jena) erhielt an der Universität Halle a. S. einen Lehrauftrag für Chromosomenforschung und deren Nutzanwendung in der Züchtungslehre.

Dozent Dr. Herbert Hesmer (Forstliche Hochschule Eberswalde) erhielt einen Lehrauftrag für forstliche Pflanzengeographie und Vegetationskunde (Pflanzensoziologie).

Dr. habil. Horst Engel, Assistent am Botanischen Institut der Universität Münster i. W., erhielt eine Dozentur für allgemeine Botanik einschl. Pflanzenernährungslehre und Mikrobiologie.

Dr. Ludwig Niemayer (bisher Bernkastel-Cues a. d. Mosel) wurde zum Regierungsrat und zum Leiter des Botanischen Laboratoriums der Prüfstelle für Pflanzenschutzmittel und -geräte an der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem ernannt.

Gestorben: Prof. Dr. Achille Forti (Verona) am 11. Februar 1937 im 59. Lebensjahr; Prof. Dr. Karl Rudolph, wirkl. außerordentlicher Professor der Paläobotanik und Pflanzengeographie an der Deutschen Universität Prag, am 2. März 1937 in Prag im 56. Lebensjahr; Prof. Dr. Alexander von Lingelsheim, außerordentlicher Professor für Pharmakognosie an der Universität Breslau und Leiter des Botanischen Laboratoriums der Technischen Hochschule Breslau, am 5. März 1937 im 63. Lebensjahr in Breslau.

Herausgeber, Eigentümer und Verleger: Julius Springer, Wien I, Schottengasse 4. — Verantwortlicher Schriftleiter: Prof. Dr. Erwin Janchen-Michel, Wien I, Schottengasse 4. — Druck: Manzsche Buchdruckerei, Wien IX, Lustkandlgasse 52.

Symbolae Sinicae

Botanische Ergebnisse der Expedition der Akademie der Wissenschaften in Wien nach Südwest-China 1914/1918

Unter Mitarbeit von Viktor F. Brotherus, Heinrich Handel-Mazzetti, Theodor Herzog, Karl Keissler, Heinrich Lohwag, William E. Nicholson, Heinrich Skuja, Frans Verdoorn, Alexander Zahlbruckner und anderen Fachmännern

Herausgegeben von

Heinrich Handel-Mazzetti

In sieben Teilen. Mit 30 Tafeln

Soeben erschien:

II. Teil:

Fungi

Von

Karl Keissler, Wien und **Heinrich Lohwag,** Wien

Mit 3 Abbildungen im Text. 83 Seiten. RM 18.60

Mit Nachträgen und Berichtigungen zu den Teilen III, IV, V, und VI

Damit liegt dieses Werk abgeschlossen vor.

Es erschienen früher:

I. Teil: **Algae.** Von H. Skuja. Mit 12 Abbildungen im Text und 3 Tafeln. 114 Seiten. 1937. RM 25.80

III. Teil: **Lichenes.** Übersicht über sämtliche bisher aus China bekannten Flechten. Von Alexander Zahlbruckner. Mit 1 Tafel und 1 Abbildung im Text. 256 Seiten. 1930. RM 48.—

IV. Teil: **Musci.** Von Victor F. Brotherus. Mit 5 Tafeln. 147 Seiten. 1929. RM 28.80

V. Teil: **Hepaticae.** Von William E. Nicholson, Theodor Herzog und Frans Verdoorn. Mit 21 Abbildungen im Text. 60 Seiten. 1930. RM 12.80

VI. Teil: **Pteridophyta.** Von Heinrich Handel-Mazzetti. Mit 2 Tafeln. 53 Seiten. 1929. RM 10.—

Teil VII: **Anthophyta**

Von **Heinrich Handel-Mazzetti,** Wien

In fünf Lieferungen

Mit 43 Textabbildungen und 19 Tafeln. 1450 Seiten. RM 309.30

Das Werk wird nur vollständig abgegeben. Die Abnahme eines Teiles verpflichtet zur Abnahme des ganzen Werkes.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN WIEN

Soeben erschien:

Schlüssel zur Bestimmung der wichtigsten forstlich schädlichen Käfer

Von

Professor Dr. Ing. **Erwin Schimitschek**

Leiter der Lehrkanzel für Forstentomologie und Forstschutz
an der Hochschule für Bodenkultur in Wien

Mit 121 Abbildungen im Text und auf 2 Tafeln. VI, 67 Seiten. 1937
RM 4.80, in Österreich S 8.64 einschließlich aller gesetzlichen Abgaben

Nach einem Bestimmungsbuch der wichtigsten forstlich schädigenden Käfer Mitteleuropas besteht seit langem ein Bedürfnis nicht nur in den Übungen mit den Studierenden, sondern auch in der forstlichen Praxis. In dem von dem Verfasser ausgearbeiteten Schlüssel sind alle wichtigen Käferarten aufgenommen. Der Schlüssel ist aber so aufgebaut, daß auch die Bestimmung von forstlich unwichtigen, im Schlüssel nicht enthaltenen Arten die Feststellung der Zugehörigkeit der fraglichen Art zu einer höheren systematischen Einheit ohne weiteres ermöglicht. Die Bestimmung der wichtigen Käferarten wird durch über 100 Zeichnungen typischer Merkmale usw. erleichtert. Es sind ferner bei jeder Art Fraßpflanze und Fraßart kurz angegeben.

Soeben erschien:

Die chromatographische Adsorptionsmethode

Grundlagen, Methodik, Anwendungen

von

Dr. **L. Zechmeister** und Dr. **L. v. Cholnoky**

Professor Privatdozent
am Chemischen Institut der Universität Pécs (Ungarn)

Mit 45 Abbildungen. XI, 231 Seiten. 1937. RM 14.40

Der geniale russische Botaniker Tswett ersann 1906 ein originelles einfaches Arbeitsverfahren zum Nachweis, zur Bestimmung und zur Isolierung von organischen Verbindungen, sowie zur Prüfung von Materialien der verschiedensten Art auf Homogenität. Dieses Ziel läßt sich in vielen Fällen durch Ausnützung der feindifferenzierten Adsorptionskräfte erreichen. Nachdem die Methode ein Vierteljahrhundert unbeachtet blieb, wurde sie, namentlich in den Laboratorien von Kuhn, Karrer, von Euler, Zechmeister sowie von anderen Forschern weitgehend modernisiert und ausgebaut. Heute erstreckt sich ihr Anwendungsgebiet auf natürliche und künstliche Farbstoffe sowie auf farblose Vertreter zahlreicher Körperklassen. Die chromatographische Adsorptionsmethode ist neuerdings auch auf dem Gebiete der Vitamine und Hormone nützlich geworden. Es fehlte aber bis jetzt an einer umfassenden Darstellung dieser Methode und an einer Anleitung zu ihrer Handhabung. Diese wird hiermit von den Verfassern geboten und wird sicherlich dazu beitragen, diese noch weitaus nicht erschöpfte und in rascher Entwicklung begriffene Arbeitstechnik zu verbreiten und die Forschungsarbeit damit zu erleichtern.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN WIEN

Hierzu ein Prospekt des Verlages Luken & Luken, Berlin, „Die Auslese"

Printed in Austria